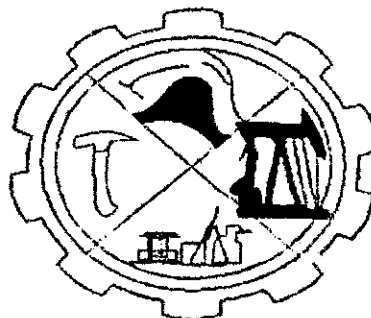


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**TESIS:**

**“IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS  
LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE  
CON FINES DE ESTABILIZACIÓN.”**

**PRESENTADO POR:**

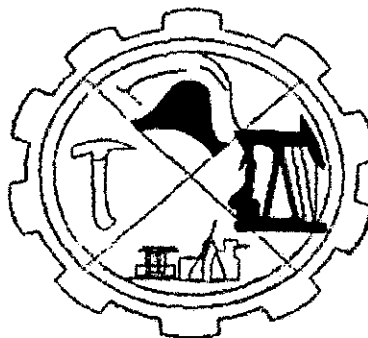
**Br. LUZ HERLINDA MONTALBÁN SAYAGO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**PIURA- PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**TESIS:**

**“IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS  
LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE  
CON FINES DE ESTABILIZACIÓN.”**

PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS –  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE:

**INGENIERO GEÓLOGO**

**BR. LUZ HERLINDA MONTALBÁN SAYAGO**

**EJECUTOR**

**DR. ING RENATO UMERES CÁCERES**

**ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**TESIS**

**“IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS  
LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE  
CON FINES DE ESTABILIZACIÓN.”**

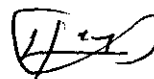
**PRESENTADO POR: Br. LUZ HERLINDA MONTALBÁN SAYAGO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
GEÓLOGO**

**JURADO CALIFICADOR:**

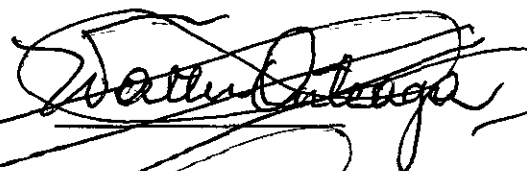
**Dr. Ing. DANTE ULISES LLANOS CAYCHO**

**Presidente**



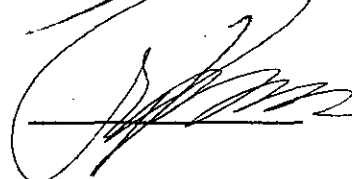
**Ing. WALTER ARTEAGA ARAMBULO**

**Secretario**



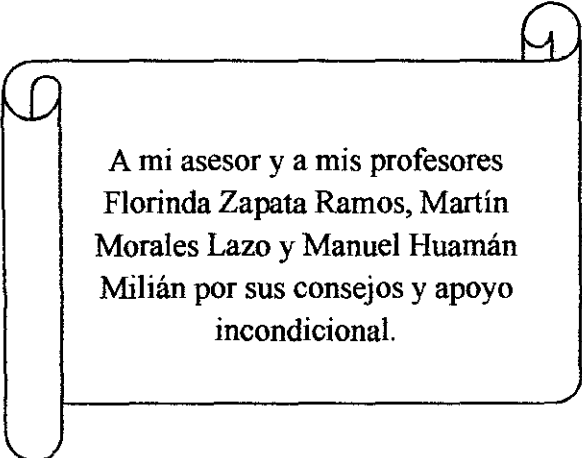
**Ing. ARTURO CORDOVA AGUILAR M.Sc**

**Vocal**

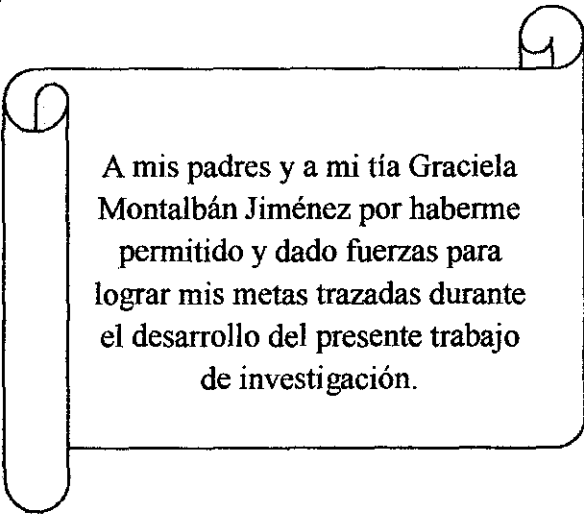




## DEDICATORIA



A mi asesor y a mis profesores  
Florinda Zapata Ramos, Martín  
Morales Lazo y Manuel Huamán  
Milián por sus consejos y apoyo  
incondicional.



A mis padres y a mi tía Graciela  
Montalbán Jiménez por haberme  
permitido y dado fuerzas para  
lograr mis metas trazadas durante  
el desarrollo del presente trabajo  
de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero e infinito  
agradecimiento a mis padres y amigos  
por brindarme su apoyo y así poder  
concluir satisfactoriamente éste trabajo  
de investigación.

Agradecimiento especial a mi asesor Dr.  
Renato Umeres Cáceres, por su  
permanente apoyo y asesoramiento en el  
logro de este trabajo y también por su  
infinita paciencia.

# ÍNDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>6</b>
--------------------	----------

<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>9</b>
---	----------

1.1.INTRODUCCION.....	9
1.2. UBICACION Y ACCESO .....	9
1.3. CLIMA Y VEGETACION .....	9
1.4. TOPOGRAFIA Y RELIEVE.....	10
1.5. METODOLOGIA DEL A INVESTIGACION.....	10
1.6. OBJETIVOS .....	10

<b>CAPÍTULO II: CONTEXTO GEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
--	-----------

2.1. GEOMORFOLOGIA.....	12
2.1.1. GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	12
2.1.2. GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	14
2.2. GEOLOGIA REGIONAL.....	15
2.2.1. ESTRATIGRAFIA .....	15
2.2.2. ROCAS INTRUSIVAS .....	19
2.3. GEOLOGIA LOCAL .....	20
2.3.1. ESTRATIGRAFIA .....	20
2.3.2. TROCAS INTRUSIVAS.....	22
2.4. GEODINAMICA EXTERNA.....	23
2.4.1. DESLIZAMIENTOS .....	23
2.4.2. FACTOR LITOLOGICO.....	29
2.4.3. FACTOR TOPOGRAFICO.....	30
2.5. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	31
2.5.1. TECTONICA DE PARAMETRO ROCOSO.....	31

<b>CAPÍTULO III: SISMICIDAD Y TECTONICA .....</b>	<b>34</b>
---	-----------

3.1. SISMICIDAD Y TECTONICA.....	34
3.1.1. SISMICIDAD .....	34

3.1.2. TECTONICA.....	36
3.2. SISMOTECTONICA .....	36
3.3. RIESGO SISMICO.....	36
3.4. NEOTECTONICA .....	37
<b>CAPÍTULO IV: MECANICA DE SUELOS .....</b>	<b>38</b>
4.1. EXPLORACION DE SUELOS .....	38
4.1.1. EXCAVACIÓN DE CALICATAS Y MUESTREO DE SUELOS .....	38
4.1.2. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS .....	43
4.1.3. DESCRIPCIÓN Y ELABORACIÓN DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS .....	43
4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO .....	43
4.2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.....	44
4.2.2. LIMITES DE ATTERBERG .....	44
4.2.3. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL .....	44
4.2.4. PESO ESPECIFICO .....	45
4.2.5. PESO VOLUMÉTRICO.....	45
4.2.6. RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO .....	45
4.2.7. COMPRESIBILIDAD DE LOS SUELOS .....	46
4.2.8. CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN) .....	46
4.2.9. HINCHAMIENTO LIBRE.....	47
4.2.10. LIMITE DE CONTRACCION.....	47
4.2.11. ANALISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD.....	47
<b>CAPÍTULO V: CONDICIONES GEOTECNICAS .....</b>	<b>48</b>
5.1. CAPACIDAD DE CARGA EN CIMIENTOS SUPERFICIALES .....	48
5.1.1. CRITERIOS DE FALLA.....	48
5.1.2. FACTORES DE TERZGHI – PECK (1948).....	48
5.2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN.....	49
5.2.1. CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO .....	49
5.2.2. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA .....	50
5.2.3. PRESIÓN DE CONTACTO.....	51
5.3. CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN EL DESLIZAMIENTO CHIRIGUAS .....	51

5.4. CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN EL COLEGIO EMILIO ESPINOZA .....	52
<b>CAPÍTULO VI: CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL AREA .....</b>	<b>53</b>
6.1. CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO.....	53
6.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL ÁREA DE CANCHAQUE .....	58
6.2.1. DESLIZAMIENTO CHIRIGUAS.....	58
6.2.2. DESLIZAMIENTO COLEGIO EMILIO ESPINOZA.....	62
6.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LA ZONA PALAMBLA.....	65
6.3.1. PROBABLE DESLIZAMIENTO PALAMBLA (VILLA DEL AUCA).....	65
<b>CAPÍTULO VII: MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION .....</b>	<b>67</b>
7.1. PARA ÁREAS DESLIZADAS.....	67
7.2. PARA ÁREAS VECINAS AL CUERPO DESLIZADO .....	67
7.3. PARA ÁREAS ALEJADAS AL CUERPO DESLIZADO.....	68
7.4. PARA ÁREAS DE DERRUMBES.....	68
7.5. PARA ÁREAS VECINAS AL CUERPO DERRUMBADO.....	68
7.6. PARA ÁREAS ALEJADAS AL CUERPO DERRUMBADO.....	68
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>



# **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES**

## **1.1.- INTRODUCCIÓN.**

El presente trabajo de tesis denominado: “Identificación de Movimientos en Masa entre las Localidades de Canchaque y San Miguel Del Faique con Fines de Estabilización” comprende la evaluación geológica, geotécnica y geodinámica de los movimientos en masa que se desarrolla entre las localidades anteriormente citadas, destacando el siguiente orden:

Deslizamiento Chiriguas, deslizamiento Colegio Espinoza y Palambla.

## **1.2.- UBICACIÓN Y ACCESO**

La zona de estudio abarca las áreas correspondientes a los distritos de Canchaque y San Miguel del Faique de la provincia de Huancabamba y departamento de Piura.

El acceso a la zona de estudio se realiza desde la ciudad de Piura vía Panamericana Norte, a la altura del km 65, lugar donde se inicia el tramo Morropón-Huancabamba y en una distancia de 125 km, se llega a la localidad de Chiriguas, lugar de inicio del área de estudio.

## **1.3.- CLIMA Y VEGETACIÓN**

El área de estudio se caracteriza por ser semitropical – seco; también por presentar un carácter típicamente inestable debido a la presencia periódica del Fenómeno del Niño. Las precipitaciones pluviales se presentan en los meses de diciembre a abril, los rangos varían desde unos 60 – 300 mm. La temperatura media anual es moderada de 24°C con temperaturas diarias que varían entre 27.8 y 21.7°C. La temperatura mínima es de 14°C y la máxima de 38°C.

Las condiciones climáticas de la zona varían cada cierto ciclo, especialmente cuando se produce el fenómeno de “El Niño”, en cuyo periodo las lluvias son intensas,

en los meses de enero a abril se presenta un período de lluvias, luego el clima se vuelve primaveral.

La vegetación predominante en la zona de estudio es muy rica y variada, especialmente es abundante en faiques, algarrobos y en menor proporción plantas de tallo corto como grass natural y plantas medicinales. Así mismo se observan plantas frutales como naranja, plátano de seda, maíz, café, caña de azúcar entre otros.

#### **1.4.- TOPOGRAFIA Y RELIEVE**

La zona de estudio presenta un relieve gradualmente abrupto hacia el este, iniciándose con promontorios de 200 m.s.n.m. que asciende hasta los 3644 m.s.n.m. en el macizo de la cordillera occidental. La zona de estudio se ubica en el río Canchaque, afluente de la margen derecha del río Piura; siendo la altura media de la zona de estudio de 1200 m.s.n.m.

#### **1.5.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología a utilizar será del tipo científico- aplicado; basado en las observaciones directas de campo y utilización de equipo de campo y laboratorio, los mismos con que cuenta el Departamento Académico de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Piura.

#### **1.6.- OBJETIVOS**

##### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar y ubicar los diferentes tipos de Movimientos en Masa en la zona comprendida entre las localidades de Canchaque y San Miguel del Faique.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar los diferentes tipos de Movimientos en Masa empleando la Tipología propuesta por Barnes entre las localidades de Canchaque y San Miguel del Faique.
- Describir las características del tipo de deslizamiento de materiales de Movimientos en Masa previamente identificados entre la zona de Canchaque y San Miguel del Faique.

## **CAPITULO II: CONTEXTO GEOLÓGICO**

### **2.1.- GEOMORFOLOGIA**

El área de estudio comprendido entre Santa Rosa, Canchaque, Palambla y San Miguel del Faique desde el punto de vista geomorfológico está constituida por tres unidades principales, las mismas que a continuación se detallan.

#### **2.1.1.- GEOMORFOLOGÍA REGIONAL**

##### **2.1.1.1.- CUENCA PARA ANDINA (depresión)**

Con este nombre se reconoce a la llanura baja del desierto costero, comprendido entre la Cordillera de la costa y la parte baja de la Cordillera Occidental, una porción de esta unidad aparece en el sector occidental del área estudiada.

Dicho relieve se desarrolló primero por el núcleo sedimentario de la cuencas Lancones y Sechura, en el Mesozoico y Cenozoico respectivamente y particularmente por la formación de llanuras de inundación en el Pleistoceno; por la acumulación eólica en el Reciente modificó dicho relieve de tal forma que en su sector oriental ha adoptado un paisaje típico de “tierras malas” por efecto de un drenaje que disecta a los mantos de arena.

##### **2.1.1.2.- CORDILLERA OCCIDENTAL.**

La Cordillera Occidental de esta región comprende un vasto territorio elevado cuya máxima altitud llega hasta los 3900.m.s.n.m., esta intensamente modificada por la erosión Plio-Pleistocena y Reciente.

La parte más alta de dicho macizo comprende una faja angosta de territorio situado en el lado Occidental del cañón de Huancabamba; conforma la Divisoria Continental en el Noroeste del Perú, presentando en el Abra de Porculla una altitud de 2200 m.s.n.m., y en la zona fronteriza (cuadrángulo de San Antonio) una elevación de 3900 m.s.n.m., este último tramo presenta evidencias de una marcada glaciación

pleistocena observándose morrenas y lagunas glaciares tales como las lagunas Shimbe (cuadrángulo de Huancabamba) y Arrebiatadas (cuadrángulo de San Antonio).

Geológicamente la Cordillera Occidental es un edificio tectogénico que corresponde a la faja de mayor deformación de los Andes del Perú, desarrollada principalmente en el Eoceno terminal y cratonizado a su vez por el emplazamiento batolítico; ha alcanzado su actual actitud por el reajuste isostático, principalmente en el Plioceno.

Es la unidad más elevada de la cordillera de los Andes, destacándose por constituir una cadena montañosa de dirección NO-SE, con rumbos regionales que cambian hacia el Oeste en las proximidades de las deflexiones de Abancay (Latitud 13° S-14° S), y Huancabamba (Latitud 5° 30'S). La línea de cumbres de la Cordillera Occidental determina la divisoria continental entre las cuencas hidrográficas del Pacífico y del Atlántico.

La Cordillera Occidental está constituida por un núcleo Paleozoico cubierto por rocas mesozoicas y cenozoicas, deformadas por un intenso plegamiento, fallas inversas y grandes sobrescurrimientos.

Entre Ayacucho (latitud 10° 30'S), y la frontera con Chile, la Cordillera Occidental alberga una notoria franja de conos volcánicos terciario-cuaternarios que siguen el alineamiento andino.

#### **2.1.1.3.- VALLES**

Los valles fluviales del área corresponden al tipo consecuente, por cuanto su desarrollo ha estado favorecido por el levantamiento progresivo de los Andes, que permitió la formación de un relieve longitudinal emergido y sobre cuyas vertientes se labraron los cursos fluviales, en forma sucesiva a medida que dicho levantamiento alcanzaba niveles más elevados. Gran parte de estos valles fluviales drenan al Pacífico, mientras que los restantes lo hacen al sistema del Marañón.

Los principales valles a la vertiente Pacífica son: a) el valle del Chira, cuya profundización tiene mucho que hacer con la estructuración N40°E del sinclinorio de

Lancones, b) el valle del Alto Piura controlado, en su curso superior, por incisión de un relieve en levantamiento y en su parte inferior por la formación de una llanura de inundación apoyada por la colmatación de grandes masas de arena eólica; tiene un recorrido de rumbo promedio de N45°O y c) los cortos valles de Cascajal y Olmos, cuyos cursos, de rumbo N45°E, han sido modificadas por el movimiento de masas eólicas. Dichos valles poseen en su curso superior, un trayecto montañoso o de torrente, en el curso medio un trayecto de valle y finalmente en su curso inferior un trayecto de llanura.

El principal valle fluvial de la vertiente oriental es el de Huancabamba, con rumbo N-S en su curso superior donde tiene un tramo de torrente; su curso inferior tiene un tramo de valle y toma un rumbo N60°O. La más espectacular disección en el valle de Huancabamba, se asume que se debe a una reciente captura fluvial por parte del sistema del Marañón.

## **2.1.2.- GEOMORFOLOGÍA LOCAL.**

### **2.1.2.1.-DIVISORIA DE AGUAS.**

Unidad geomorfológica comprendida entre las cotas mayores a 2000 m.s.n.m, constituida por superficie puna y quebradas que disectan a unidades volcánicas terciarias de Llama y Porculla.

### **2.1.2.2.- ESTRIBACIONES CORDILLERANAS DE MONTAÑAS DE RELIEVE EMPINADO Y DISECTADAS.**

Esta unidad geomorfológica comprende montañas elevadas y disectadas, comprendidas entre las cotas 1400 a 2000 m.s.n.m. afectando a unidades mayormente de naturaleza ígnea y en particular la unidad Pamparumbe.

### **2.1.2.3.- ESTRIBACIONES CORDILLERANAS DE COLINAS MODERADAS.**

Unidad geomorfológica comprendida entre las cotas 1400 a 1100 m.s.n.m. constituida por colinas y montañas disectadas de las unidades Salas y Goyllarisquizga. En esta unidad y en particular en el Grupo Salas predominan esquistos y filitas, factores

fundamentales para la generación de movimientos en masa principalmente debido a su litología.

#### **2.1.2.4.- VALLE DEL RÍO CANCHAQUE.**

Unidad geomorfológica comprendida entre las cotas 1100 a 600 m.s.n.m. constituida por terrazas aluviales y depósitos fluviales recientes constituido por depósitos heterogéneos de granulometría compuesta de bloques erráticos, cantos rodados, gravas y gravillas en matriz areno arcillosa. Las terrazas aluviales en la actualidad son utilizadas para fomentar la agricultura estacional.

### **2.2.- GEOLOGIA REGIONAL:**

#### **2.2.1.- ESTRATIGRAFIA**

##### **2.2.1.1.- COMPLEJO OLMOS**

Se ha denominado complejo olmos a una secuencia de esquistos, de naturaleza dominante pelítica desarrollados en el nivel estructural inferior, con un grado de metamorfismo menor que el complejo del Marañón.

Los afloramientos más extensos están circunscritos a las áreas adyacentes, destacando su presencia en Palo Blanco, Morropón y La Laquiz.

El grado de alteración de estas rocas está en función del clima; así en la vertiente del pacifico de clima relativamente seco, el intemperismo se limita a una leve coloración gris-marrón, pero a partir de la Divisoria continental hasta el Este, donde el clima es más húmedo, la alteración de los minerales máficos ha impreso a estos terrenos un matiz rojizo intenso.

La diferenciación original de la litología, consiste en sedimentos argiláceos, ha sido en gran medida, obliterada en el metamorfismo regional cuyo grado de neoformación se mantiene bastante uniforme sobre extensas áreas consistiendo éstas, predominantemente en esquistos pelíticos o cuarzosos y en anfíbolitas de la facies de esquistos verdes; en algunos casos se observan incipientes signos de gneisificación, principalmente

en las porciones más profundas o en la cercanías de los plutones mesozoicos, donde destacan los efectos de inyección lit-par-lit.

Las rocas exhiben una esquistosidad de flujo de planos axial, de rumbo E-W a NE-SW, la cual ha sido afectada por una esquistosidad de fractura, conjuntamente con ésta se han desarrollado plegamientos ptygmáticos decimétricos remarcados por cuarzo, en algunos casos se distingue una lineación encofrada o micropliegues.

Los minerales esenciales son: cuarzo, biotita y muscovita. Las rocas presentan una primera foliación paralela con bandas melanógramas compuestas por biotita y muscovita dentro de éstas últimas destaca una segunda esquistosidad de fractura. El cuarzo se presenta en cristales grandes y alargados dentro de la foliación, y en cristales pequeños con suturas engranadas.

La edad del complejo Olmos queda todavía incierta pero presumiblemente representa a rocas sedimentarias y volcánicas metamorfizadas a fines del Precambriano, resultando correlacional con la parte alta de los clorito-esquistos y sericito - esquistos de la cordillera Oriental (DALMAYRAC et al, 1977) de 600 M.A. de edad. Sin embargo algunos autores dicen que dicho complejo podría corresponder a restos de una cadena caledoniana por plegamiento y metamorfismo regional de terrenos anteordovicianos.

#### **2.2.1.2- GRUPO SALAS**

Esta denominación se ha dado a una secuencia de rocas metamórficas, predominantemente formada por filitas y tobas pizarrosas, que en las cercanías de Canchaque, yace en discordancia angular sobre el complejo de olmos, mostrando un conglomerado basal que contienen elementos de esquistos previamente metamorfizados.

Tectónicamente los fenómenos de despegue entre la cobertura mesozoica y el basamento metamórfico se han desarrollado a través de esta unidad, donde la naturaleza predominantemente pelítica ha permitido que se haya comportado plásticamente y como lubricante durante la tectogénesis andina; estructuras de esta naturaleza son evidentes en La Laquiz, Palo Blanco y Canchaque.



Litológicamente está constituido por filitas argiláceas gris marrones a gris-violáceas, intercaladas con cineritas verde pálidas o gris brunáceas; este tipo de paquetes se intercalan con capas delgadas de cuarcitas de grano fino, blanco-grisáceas, afectadas por una marcada esquistosidad de fractura. Normalmente, el grado de metamorfismo es inferior al que exhiben los esquistos del complejo de Olmos, pero en algunas localidades ocurren tipos intermedios, aunque en casos extremos es posible observar una fuerte recrystalización, alcanzando el grado de esquistos o anfíbolitas de la facies de esquistos verdes.

A pesar de que el grupo salas aflora ampliamente, el metamorfismo impreso sobre estas rocas ha borrado gran parte de los restos paleontológicos. Esta unidad por su naturaleza ha generado los Movimientos en Masa estudiados en el presente proyecto, dada su amplia distribución areal y su relación estrecha con el intrusivo Paltashaco y las areniscas de la formación Goyllarisquizga.

### **2.2.1.3- FORMACION RÍO SECO**

Bajo este nombre se describe esta secuencia epimetamórfica, predominantemente cuarcítica, que yace concordantemente con el grupo salas; su tope no se conoce y se encuentra bien expuesta en el caserío Río Seco, al Suroeste de Canchaque. Desde esta localidad los afloramientos se extienden a los valles del curso superior del río Piura, así como a sus tributarios, cubriendo parte de los sectores citados anteriormente.

Litológicamente la formación río seco, consiste en bancos de 3 a 4 m. de cuarcitas, gris oscuras a negruzcas, bastantes recrystalizadas y con abundantes segregaciones de cuarzo lechoso que rellenan fracturas; los paquetes de cuarcitas los conforman capas de 30 a 60 cm. destacando en el curso superior de río seco un banco de 3m. De grosor de cuarcita blanca, que delinea en forma sobresaliente, a la estratificación. Intercaladas a los paquetes de cuarcitas, se presentan filitas lustrosas gris blanquecinas a blanco- amarillento así como pizarras negras lustrosas, cuyas fracturas están alteradas a matices blanquecinos, de formas arborescentes, observables en la margen derecha del Río Canchaque.

No se ha encontrado evidencia paleontológica en la formación Río Seco, pero teniendo en cuenta que suprayace concordantemente al grupo Salas, del Silúrico-

Ordoviciano se le asume tentativamente al Devoniano, ambos tectonizados durante la fase Eo-herciniana.

#### **2.2.1.4- FORMACION GOYLLARISQUIZGA**

La cobertura Mesozoica en la zona de estudio, está representada por la Formación Goyllarisquizga, la misma que yace en discordancia angular sobre unidades más antiguas y particularmente cubriendo entre los Ranchos y Canchaque al Grupo Salas.

Su litología, en el sector estudiado, está constituida por bancos masivos de areniscas y cuarcitas bien clasificadas, de grano fino a medio, de coloración rojiza por intemperismo; se intercalan con capas delgadas de limolitas y lodolitas abigarradas.

Al no contener restos paleontológicos por su posición estratigráfica, se le ubica en el Neocomiano-Aptiano. Su correspondencia con las cuarcitas cretáceas del sector suroccidental todavía no está precisada.

#### **2.2.1.5- VOLCÁNICO LLAMA**

Esta unidad se encuentra yaciendo, discordantemente sobre diferentes unidades más antiguas, desde el Complejo Olmos hasta las diferentes formaciones del mesozoico; infrayace con ligera discordancia angular, al volcánico Porculla. Los espesores varían de un sector a otro, de tal forma que en el sector occidental tiene cerca de 200m.

La naturaleza litológica de esta unidad está conformada por bancos gruesos de brechas piroclásticas andesíticas, gris-violáceas a moradas, intercalados con niveles de tobas ácidas blanco-verdosas, ocasionalmente se observan conglomerados volcánicos.

Por meteorización estos materiales derivan en suelos de naturaleza arcillosa de mediana a alta plasticidad, por lo que en las zonas altas están asociadas a movimientos en masa.

### **2.2.1.6- DEPOSITOS CUATERNARIOS**

En el área de estudio los depósitos cuaternarios son del tipo polimictico, constituido por depósitos aluviales, fluviales y coluviales. Los primeros se observan en amplia distribución en el río Canchaque, mientras que el tercero corresponde a materiales meteorizados de rocas metamórficas, mayormente relacionadas a la presencia de la formación salas, descrita anteriormente.

### **2.2.2.-ROCAS INTRUSIVAS**

#### **2.2.2.1.- GRANITO PALTASHACO**

La denominación proviene del pueblo de Paltashaco; es un Plutón más importante y de mayor distribución geográfica de la región estudiada, reconociéndose en dos zonas principales: a) una zona Occidental, conformando una capa alargada que constituye la parte baja de la Cordillera Occidental, a partir del río Piscan hasta las cercanías de la presa San Lorenzo, b) una zona central también bastante extensa, que empieza en el extremo Nor Este de Morropón y se extiende hacia Pacaipampa, hasta el curso superior del río Quiroz . Al microscopio, la roca muestra una textura granular alotriomorfa, levemente porfírica. Los minerales esenciales son: ortosa + perthita 40%, cuarzo 30% y plagioclasa 20%. La ortosa está alterada a minerales de arcilla. La plagioclasa está en fenómenos subhedrales zonados.

Entre los minerales accesorios están la biotita, opacos, epidota y zircón.

#### **2.2.2.2.-TONALITA GRANODIORITA PAMPARUMBE**

Con este nombre se describe a un enorme Plutón que se expone muy bien, en el pueblo de Pambarumbe, el mismo que cruza diagonalmente, en la dirección noroeste-suroeste, pasando por el sector sur al Oeste de Ayabaca.

La litología dominante es una tonalita gris clara, de textura granular alotriomorfa; macroscópicamente se caracteriza por sus moteados oscuros debido a la

concentración de cristales de biotita; este Plutón sufre variaciones a una diorita mesocrata, probablemente, por efecto de la cristalización inicial.

En forma general, la tonalita está constituida esencialmente, por plagioclasas, cuya composición varía de An 37 a An 48, en cristales subhedrales y zonados; en el cuarzo está en granos anhedrales la biotita forma placas superpuestas y la orblenda se encuentra en cristales prismáticos; los minerales accesorios son: ortosa, opacos, apatita y zircón; los componentes secundarios son: clorita, epidota y sericita.

### **2.2.2.3.- GRANITOS INDIFERENCIADOS.**

Una buena parte de los plutones no han sido diferenciados cartográficamente de acuerdo a las variaciones litológicas, debido mayormente a la poca accesibilidad de los terrenos donde se encuentran expuestos.

De acuerdo a la composición mineralógica de los intrusivos, estos varían entre tonalita y granodiorita, siendo en muchos casos similares a la tonalita-diorita Pamparumbe, principalmente los del sector Sur de El Faique, los cuales son rocas gris leucocratas, de grano medio a fino, generalmente alotriomorfas.

## **2.3.- GEOLOGIA LOCAL**

### **2.3.1.- ESTRATIGRAFÍA**

#### **2.3.1.1 - GRUPO SALAS (Pi. – s)**

Esta denominación se ha dado a una secuencia de rocas metamórficas, predominantemente formada por filitas y tobas pizarrosas, que en las cercanías de Canchaque, yace en discordancia angular sobre el Complejo de Olmos, mostrando un conglomerado basal que contienen elementos de esquistos previamente metamorfizados.

Litológicamente está constituido por filitas argiláceas gris marrones a gris-violáceas, intercaladas con cineritas verde pálidas o gris brunáceas; este tipo de paquetes se intercalan con capas delgadas de cuarcitas de grano fino, blanco-grisáceas, afectadas por una marcada esquistosidad de flujo y fractura.

A pesar de que el Grupo Salas aflora ampliamente, el metamorfismo impuesto sobre estas rocas ha borrado gran parte de los restos paleontológicos.

Esta unidad por su naturaleza pelítica ha generado los Movimientos en Masa estudiados en el presente proyecto, dada su amplia distribución areal y su relación estrecha con el intrusivo Pamparumbe y las areniscas de la Formación Goyllarisquizga.

Tectónicamente los fenómenos de despegue entre la cobertura mesozoica y el basamento metamórfico se han desarrollado a través de esta unidad, donde la naturaleza predominantemente pelítica ha permitido que se haya comportado plásticamente y como lubricante durante la tectogénesis andina; estructuras de esta naturaleza son evidentes en la Laquiz, Palo Blanco y Canchaque.

#### **2.3.1.2.- FORMACION GOYLLARISQUIZGA (Ki – g).**

La Formación Goyllarisquizga aflora en la Laguna del Toro al Noreste de Canchaque, formando estructuras plegadas del tipo sinclinal y anticlinal en dirección de la localidad de Piedra Tableada, prolongándose hacia el Sur hasta las localidades del Encajonado, Bellavista y hacienda San Antonio, mostrando plegamientos del tipo anticlinal y sinclinal con ejes con una dirección predominante Suroeste Noreste cubriendo a rocas antiguas del paleozoico.

La cobertura Mesozoica en la zona de estudio, está representada por la Formación Goyllarisquizga, la misma que yace en discordancia angular sobre unidades más antiguas y particularmente cubriendo entre los Ranchos y Canchaque al Grupo Salas.

Su litología, en el sector estudiado, está constituida por bancos masivos de areniscas y cuarcitas bien clasificadas, de grano fino a medio, de coloración rojiza por intemperismo; se intercalan con capas delgadas de limolitas y lodolitas abigarradas.

Al no contener restos paleontológicos por su posición estratigráfica, se le ubica en el Neocomiano-Aptiano. Su correspondencia con las cuarcitas cretáceas del sector suroccidental todavía no está precisada

### **2.3.1.3- VOLCÁNICO LLAMA (Tim - VII)**

Este volcánico aflora en el sector Noreste de Canchaque en dirección hacia Huancabamba y sus principales afloramientos en la localidad de El Tambo así como en las partes altas del cerro la Mina y Pinchijape.

Esta unidad se encuentra yaciendo, discordantemente sobre diferentes unidades más antiguas, desde el Grupo Salas hasta las diferentes formaciones del mesozoico; infrayace con ligera discordancia angular, al volcánico Porculla. Los espesores varían de un sector a otro, de tal forma que en el sector occidental tiene cerca de 200m.

La naturaleza litológica de esta unidad está conformada por bancos gruesos de brechas piroclásticas andesíticas, gris-violáceas a moradas, intercalados con niveles de tobas ácidas blanco-verdosas, ocasionalmente se observan conglomerados volcánicos.

Por meteorización estos materiales derivan en suelos de naturaleza arcillosa de mediana a alta plasticidad, por lo que en las zonas altas están asociadas a movimientos en masa.

### **2.3.1.4- DEPÓSITOS CUATERNARIOS (Qr- al)**

En el área de estudio los depósitos cuaternarios son del tipo polimíctico, constituido por depósitos aluviales, fluviales y coluviales. Los primeros se observan en amplia distribución en el río Canchaque, mientras que el tercero corresponde a materiales meteorizados de rocas metamórficas, mayormente relacionadas a la presencia del Grupo Salas y a la presencia del intrusivo Pamparumbe.

## **2.3.2.- ROCAS INTRUSIVAS**

### **2.3.2.1.-TONALITA GRANODIORITA PAMPARUMBE**

Se observa en el sector Este de Canchaque y sus afloramientos más conspicuos en la localidad de Tierra Blanca, Cerro la Mina y hacia el Sur en la quebrada Los Chorros y San Antonio así como en el Cerro San Cristóbal.

Se trata de un enorme Plutón que se expone muy bien, en la Quebrada El Chorro, San Miguel de El Faique, el mismo que se dispone preferentemente en una dirección Norte – Sur y se prolonga hasta Ayabaca.

La litología dominante es una tonalita gris clara, de textura granular alotriomorfa; macroscópicamente se caracteriza por sus moteados oscuros debido a la concentración de cristales de biotita; este Plutón sufre variaciones a una diorita mesócrata, probablemente, por efecto de la cristalización inicial.

En forma general, la tonalita está constituida esencialmente, por plagioclasas, cuya composición dominante está integrada por andesinas, oligoclasa y en menor proporción Albita, en cristales subhedrales y zonados; el cuarzo está en granos anhedrales, la biotita forma placas superpuestas y la hornblenda se encuentra en cristales prismáticos; los minerales accesorios son: ortosa, opacos, apatita y zircón; los componentes secundarios son: clorita, epidota y sericita.

## **2.4.- GEODINAMICA EXTERNA**

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la tierra; estos fenómenos que van originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales que una vez depositados forman las rocas sedimentarias. Igualmente, los efectos resultantes sobre las formas del relieve, evolución y procesos de modelado, es investigado por la geomorfología. La geodinámica externa destruye, actuando por medio de las fuerzas que tienen su origen en la radiación solar y por tanto en los cambios de temperatura, es decir, el viento, lluvia hielos, glaciares, aguas continentales, mares y océanos, los cuales proceden a la erosión o meteorización, desplazamiento y sedimentación de los materiales. Así cuando se manifiestan las energías del interior de la corteza terrestre en forma de erupciones ígneas y movimientos sísmicos que culminan con la elevación del terreno, las energías externas proceden a la erosión de esas elevaciones, reduciendo el volumen y cubriendo o rellenando las depresiones; mejor dicho las fuerzas externas destruyen erosionando, meteorizando, desplazando y sedimentando los materiales contruidos por las fuerzas internas.

### 2.4.1.-DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son movimientos en masa de suelo o roca que se deslizan, moviéndose relativamente con respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas al separarse la resistencia al corte de estas superficies; la masa generalmente se desplaza en conjunto comportándose como una unidad en su recorrido; la velocidad puede ser muy variable. Pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes.

Los deslizamientos ocurren debido a las condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas y su modificación es por procesos geodinámicas, vegetación, uso de la tierra y actividades generadas por el hombre; la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad.

Este tipo de fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre debido a que los deslizamientos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc.

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Su ocurrencia depende de las siguientes variables:

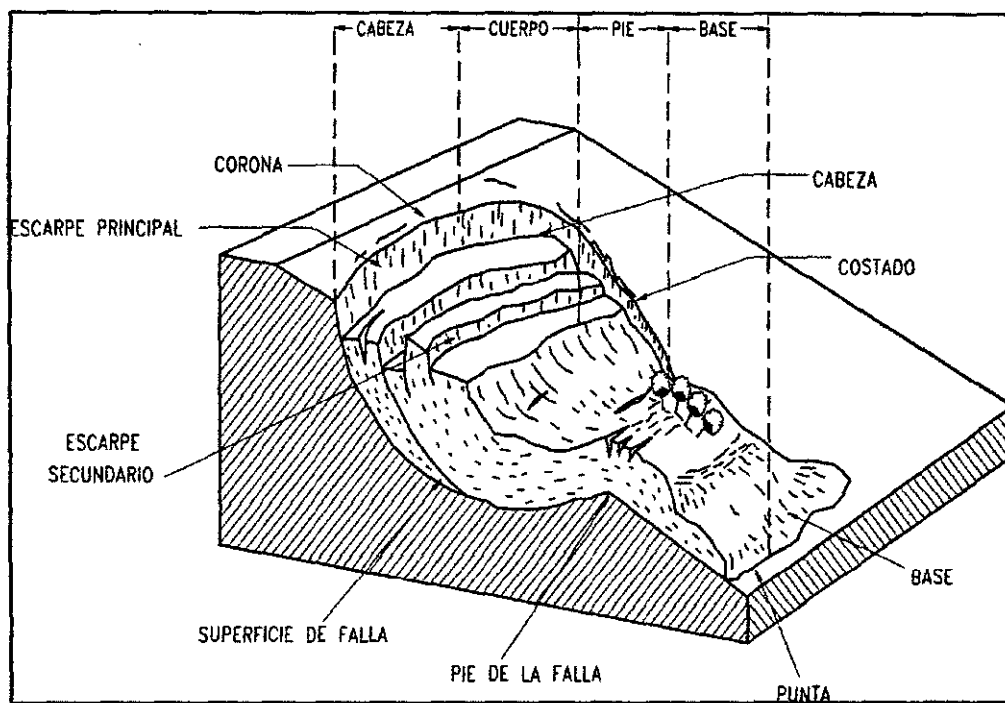
- Clase de rocas y suelos.
- Orientación de las fracturas o grietas en la tierra.
- Intensidad de las lluvias.
- Actividad sísmica.
- Actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.)
- Erosión (por actividad humana y de la naturaleza).
- El nivel freático y dinámica de las aguas subterráneas.

**Clasificación:** El esquema de clasificación que se usa más generalmente divide a los deslizamientos en diferentes tipos de acuerdo con el material que es trasladado y al tipo de movimiento (Varnes, 1978). La velocidad del movimiento y la cantidad de agua mezclada con el material son parámetros secundarios que definen algunos tipos de deslizamientos.



Reconocer el tipo de deslizamiento presente en determinada área, ayuda a explicar cómo y dónde han contribuido los factores a la estabilidad de la pendiente natural en el pasado.

A continuación se muestra un block diagrama tridimensional de un deslizamiento típicamente rotacional aplicable al caso de los deslizamientos de Canchaque



**IMAGEN 1.1.** Nomenclatura de deslizamiento

En esta figura se muestra un deslizamiento o movimiento en masa típico, con sus diversas partes cuya nomenclatura es la siguiente:

- **Escarpe principal**

Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área de movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

- **Escarpe secundario**

Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

- **Cabeza**  
Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- **Cima**  
El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- **Corona**  
El material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del escarpe principal.
- **Superficie de falla**  
Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado.  
El volumen de suelo debajo de la falla no se mueve.
- **Pie de la superficie de falla**  
La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- **Base**  
El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- **Punta o uña**  
El punto de distancia que se encuentra a más distancia de la cima.
- **Costado o flanco**  
Un lado (perfil lateral) del movimiento.
- **Superficie original del terreno**  
La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

- **Derecha e izquierda**

Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona mirando hacia el pie.

Los factores que influyen donde han de ocurrir los deslizamientos se pueden dividir en dos tipos: permanentes y variables (Sharpe, 1938). Los factores permanentes son las características de un terreno que permanecen sin cambio, o que varían muy poco desde el punto de vista de la perspectiva humana. La calidad de pendiente o el tipo de roca, por ejemplo, presentan cambios sólo después de períodos de tiempo muy largos. Los factores permanentes tales como tipo de roca y calidad de pendiente se pueden reconocer e identificar para algunos deslizamientos específicos mucho después de su ocurrencia (DeGraff, 1978). Del examen de deslizamientos existentes en un área, es posible reconocer los factores permanentes que contribuyeron a la falla de pendientes. La identificación de las condiciones y los procesos que propiciaron la inestabilidad, hace posible considerar esos mismos factores para estimar deslizamientos futuros (Varnes, 1985).

Los factores variables son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún evento gatillo. Son ejemplos de factores variables la vibración del suelo debido a los terremotos, una rápida elevación de nivel de aguas subterráneas y mayor cantidad de humedad en el suelo debido a intensas precipitaciones, o filtraciones por actividades humanas.

Frecuentemente, para evaluar estos factores, es necesario estar presente en el momento que ocurre un deslizamiento, o poco después. Los factores permanentes son los que permiten estimar el peligro de deslizamiento si faltan datos históricos suficientes sobre la relación de los deslizamientos con los terremotos, tormentas o demás factores que los inician. En consecuencia, la identificación de áreas de deslizamientos no es una ciencia exacta y conduce, en general, a describir las áreas propensas al peligro en base a estimaciones. En el mejor de los casos, las áreas de deslizamientos o susceptibles a deslizamientos, se pueden identificar junto con los eventos desencadenantes esperados. En el peor de los casos algunas áreas pueden ser no detectadas del todo.

Existen dos tipos de deslizamientos, sin embargo para los efectos del siguiente trabajo se ha considerado: rotacional y traslacional.

#### **2.4.1.1.-DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES.**

Ocurre a través de superficies curvas que pueden o no ser circulares.

Este tipo de deslizamiento es típico en la zona de Chiriguas y Colegio Emilio Espinoza.

Son más frecuentes en suelos cohesivos “homogéneos”. La rotura, superficial o profunda, tiene lugar a favor de superficies curvas o en “forma de cuchara”. Una vez iniciada la inestabilidad la masa empieza a rotar pudiendo dividirse en varios bloques que deslizan entre si y dan lugar a “escalones” con la superficie basculada hacia la ladera y a grietas de tracción estriada. Sus dimensiones más frecuentes varían entre varias decenas y centenares de metros, tanto en longitud como en anchura y pueden ser superficiales o profundos (el límite puede establecerse en torno a los 10 m).

#### **2.4.1.2.-DESLIZAMIENTOS TRASLACIONALES**

En los deslizamientos traslaciones la rotura tiene lugar a favor de superficies planas de debilidad preexistentes (superficie de estratificación, contacto entre diferentes tipos de materiales, superficie estructural, etc.); en ocasiones, el plano de rotura es una fina capa de material arcilloso entre estratos de mayor competencia. No suelen ser muy profundos aunque sí muy extensos y alcanzar grandes distancias.

Pueden darse en suelos y en rocas, y las masa que deslizan en ocasiones son bloques rectangulares previamente independizados por discontinuidades por grietas de tracción (deslizamientos de bloques). Son frecuentes en este tipo de inestabilidades los movimientos a impulsos o en fases diferentes en el tiempo según las condiciones de resistencia de los planos de deslizamiento, que no tienen por qué presentar una pendiente elevada. Generalmente, los deslizamientos traslacionales son más rápidos que los rotacionales, dadas las características cinemáticas del mecanismo de rotura.

La diferencia entre los deslizamientos rotacionales y traslacionales es sumamente importante para determinar las medidas de control, ya que los primeros

pueden llegar a estabilizarse por sí solos al restablecerse la condición de equilibrio, en tanto que los otros pueden continuar indefinidamente si la inclinación del talud tiene una pendiente pronunciada.

Del análisis de la información de campo y de gabinete se deduce que los deslizamientos identificados en el distrito de Canchaque corresponden a los deslizamientos tipo rotacional, por lo que se detalla a continuación sus características y factores incidentes:

## **2.4.2.-FACTOR LITOLÓGICO.**

### **2.4.2.1.-GRUPO SALAS**

Litológicamente está constituido por filitas argiláceas gris marrones a gris-violáceas, intercaladas con cineritas verde pálidas o gris brunáceas; este tipo de paquetes se intercalan con capas delgadas de cuarcitas de grano fino, blanco-grisáceas, afectadas por una marcada esquistosidad de fractura. Normalmente, el grado de metamorfismo es inferior al que exhiben los esquistos del complejo de Olmos, pero en algunas localidades ocurren tipos intermedios, aunque en casos extremos es posible observar una fuerte recrystalización, alcanzando en grado de esquistos o anfíbolitas de la facies de esquistos verdes.

A pesar de que el grupo salas aflora ampliamente, el metamorfismo impreso sobre estas rocas ha borrado gran parte de los restos paleontológicos. Esta unidad por su naturaleza ha generado los Movimientos en Masa estudiados en el presente proyecto, dada su amplia distribución areal y su relación estrecha con el intrusivo Paltashaco y las areniscas de la formación Goyllarisquizga.

#### **Filita**

Representa una gradación en el grado de metamorfismo entre la pizarra y el esquisto. Sus minerales planares son más grandes que los de la pizarra, pero no lo bastante como para ser fácilmente identificables a simple vista. Aunque la filita parece similar a la pizarra puede distinguirse con facilidad por su brillo satinado y su superficie ondulada.

La filita, normalmente está compuesta por cristales muy finos de moscovita, clorita o ambas. Bajo el efecto del metamorfismo regional de grado bajo, ocasionado por un aumento de temperatura o una mayor actividad de los fluidos, las pizarras pasan a filitas. Las filitas están compuestas normalmente por moscovita, clorita o ambas; el tamaño de los granos es fino, se rompe a lo largo de superficies onduladas.

### **Esquistos**

Los esquistos constituyen un grupo de rocas caracterizadas por la preponderancia de minerales laminares que favorecen su fragmentación en capas delgadas. La mayoría del esquisto procede con toda probabilidad de arcillas y lodos que han sufrido una serie de procesos metamórficos incluyendo la producción de pizarras y filitas como pasos intermedios, ciertos esquistos proceden de rocas ígneas de grano fino como basalto y tobas. La mayoría de los esquistos son de mica, aunque también son frecuentes los de grafito y clorita. Esquisto es roca metamórfica, de aspecto pizarroso y homogéneo, y estructura laminar.

### **Lodolitas**

Las lodolitas son rocas epi-metamórficas constituidas por granos finos del tamaño de lodo formado por mezcla de arcilla y limo, que al litificarse no presenta fisilidad. Si el tamaño promedio puede ser medido, las que contienen limo se les conoce como limonitas; mientras que las que contienen arcillas son llamadas argilitas. El término lutita, significa Lodo, que se refiere a una roca formada esencialmente por arcilla, que poseen fisilidad y/o laminación muy fina.

## **2.4.3.- FACTOR TOPOGRÁFICO**

### **2.4.3.1.- INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA**

La intensidad de un movimiento en masa es definida a partir de los daños directos o indirectos ocasionados. Los daños dependen de dos aspectos principales, la localización geográfica del fenómeno y de la magnitud del movimiento.

Los siguientes son los criterios propuestos (Vargas 1999) para establecer la intensidad del daño de un movimiento en masa.

- Intensidad I: Pérdida local de suelos no agrícolas o de terrenos estériles.
- Intensidad II: Pérdida local de suelos agrícolas o terrenos de importancia económica o ecológica.
- Intensidad III: Pérdida de cultivos o de terrenos de importancia económica, daños locales a infraestructuras civiles, Averías menores en viviendas (agrietamientos).
- Intensidad IV: Destrucción parcial de pequeñas zonas urbanas, destrucción de instalaciones de tipo social o industrial, pérdida de grandes extensiones de suelos agrícolas y cultivos, y /o pérdida de animales domésticos.
- Intensidad V: Pérdida de vidas humanas y /o destrucción de viviendas o infraestructuras civiles.
- Intensidad VI: Grandes pérdida de vidas humanas, destrucción de grandes zonas urbanas (barrios, pueblos, veredas), grandes pérdidas económicas.

## **2.5.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

### **2.5.1.-TECTONICA DE BASAMENTO ROCOSO**

De acuerdo a las estaciones micro tectónico realizado en el Complejo Metamórfico Paleozoico, constituido por filitas, esquistos y cuarcitas, aflorantes en el sector NE y SW del Muelle Menor del Terminal de Bayoyar se han determinado la presencia de las siguientes micro- estructuras:

#### **2.5.1.1.- Esquistosidad de Flujo (S1).**

El intenso plegamiento regional que afecta al basamento metamórfico ha dado lugar a una marcada esquistosidad de flujo de rumbo promedio N 20° W, contemporáneo a una lineación de intersección y paralelo al eje de los pliegues. Estas micro estructuras son evidentes en las filitas y esquistos, donde en conjunto con otras micro estructuras generan los fragmentos astillosos de esta sub unidad y visible por su aspecto untuoso al tacto y en menor grado en las cuarcitas.

#### **2.5.1.2.- Esquistosidad de Fractura (S2).**

Superpuesto el plegamiento regional, existe una segunda esquistosidad denominada de fractura, de formación posterior a la esquistosidad de flujo, formado por esfuerzos de cizalla. Esta esquistosidad es de dirección promedio Este – Oeste, frecuente en las filitas, cuarcitas y esquistos.

La esquistosidad S2 muestra diferentes aberturas y algunas se encuentran rellenas por minerales automorfos de cuarzo y calcita.

Esta microestructura probablemente se ha generado en la Fase Tardiherciniana de la Tectónica Hercínica, reconocida en el noroeste peruano.

#### **2.5.1.3.- Lineaciones de Intersección (L).**

Estas microestructuras se encuentran asociadas a las esquistosidades de flujo y presentan una dirección NW con una inclinación promedio de 30 °, visibles en las filitas y esquistos, con menor frecuencia en las cuarcitas. Son evidenciadas por darle aspecto suave y untuosos a las capas de filitas, donde se pueden observar patinas de color pardo rojizo por presencia de minerales oxidados.

#### **2.5.1.4.- Microplegues (Mp).**

Estas estructuras se encuentran asociadas a la presencia de rocas metamórficas del tipo filitas y esquistos, donde muestran ejes de su plano axial de dirección promedio N20° W y sus formas corresponden a pliegues del tipo isoclinal de plano axial variable según el tipo de roca que afecta.

#### **2.5.1.5.- Fallas de Desgarre Conjugadas (Fd).**

La Tectónica Hercínica en nuestra zona de estudio es evidenciada por la presencia de fallamientos de desgarre conjugados, los mismos que muestran dos sistemas claramente definidos, intersectados formando ángulo agudo y permitiendo establecer al dirección de los esfuerzos que los han originado y que corresponde a un rumbo NE – SW.



Las fallas de desgarre afectan principalmente a los esquistos y filitas y en menor grado a las cuarcitas, sin embargo en una suerte de continuidad se puede observar variaciones locales de rumbo. El primer sistema está representado por fallas de desgarre del tipo dextral de rumbo NE – SW y buzamiento de 60° NW y el segundo por fallas de desgarre siniéstrales de rumbo NW – SE y buzamiento de N70E.

#### **2.5.1.6.- Diaclasas.**

Estas microestructuras se encuentran afectando las rocas metamórficas según tres sistemas predominantes, los mismos que muestran promedios:

- Sistema I N 30° W, 35 ° NE
- Sistema II S 20 ° W, 85 ° SE y
- Sistema III S70 ° W, 80 ° NE.

Los sistemas II y III se encuentran rellenos con vetillas y venillas de cuarzo exudado de la propia roca metamórfica que afecta y el sistema I muestra aberturas de milímetros y no muestran venillas de cuarzo.

Así mismo se ha podido establecer la presencia de grietas de tensión rellenas con cuarzo masivo, los mismos que se asocian a la presencia de esquistos y filitas y en menor grado a las cuarcitas de color gris verdoso de textura masiva.

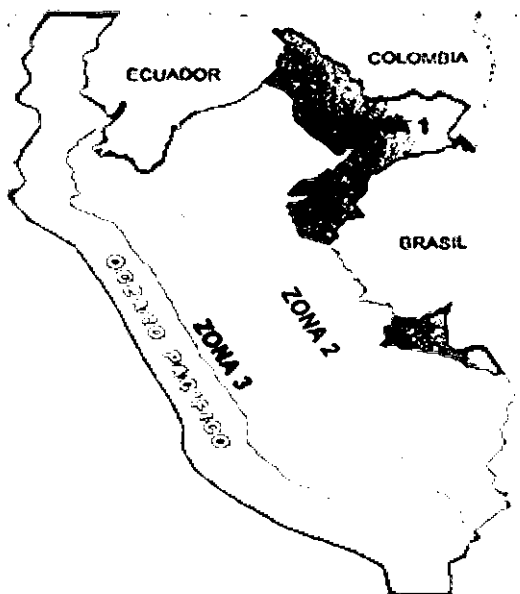
## CAPITULO III: SISMICIDAD Y TECTÓNICA

### 3.1.- SISMICIDAD Y TECTÓNICA

La región noroeste de territorio peruano, se caracteriza por la existencia de la fosa peruano – Chilena, que constituye una de las zonas de mayor actividad sísmica y tectónica del planeta, separando un continente (Sudamericano) de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).

#### 3.1.1.- SISMICIDAD

La Región Norte del Perú se caracteriza por su actividad Neotectónica, particularmente la conformación geológica de la zona; sin embargo, la tectónica de plegamiento y fallamiento en bloques demuestran considerables movimientos durante el Pleistoceno.



**ZONIFICACION SISMICA DEL PERU**

Las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un período estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilística y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones

citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú,

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica, se ubica en la zona 3.

### **Parámetros Para Diseño Sismo – Resistente**

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio Peruano (Normas Técnicas de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente), el área de estudio se ubica en la zona 03, cuyas características principales son:

1. Sismos de Magnitud VII MM
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor Peligro Sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin,1978):
  - Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
  - Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes occidentales.

De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

<b>Factores</b>	<b>Valores</b>
Parámetros de zona	Zona 3
Factor de zona	$Z(g) = 0.4$
Suelo Tipo	S – 3
Amplificación del suelo	$S = 1.4$
Período predominante de vibración	$T_p = 0.9 \text{ seg.}$
Sísmico	$C = 0.60$
Uso	$U = 1.00$

### **3.1.2.- TECTONICA**

La estructura tectónica del continente Sudamericano es compleja y está relacionado con el levantamiento de los Andes, resultado de la superposición de varias orogenias, principalmente jurásicas, del Cretáceo Superior y Cenozoicas. Los Andes en el Perú se caracterizan por las alineaciones montañosas paralelas, la oriental y la Occidental, entre las que se encuentran un alineamiento paralelo a la línea de costa con algunos sectores sumergidos en el Océano Pacífico y corresponden a rocas del denominado Complejo Basal de la Costa.

### **3.2.- SISMOTECTONICA**

Los elementos principales del régimen sismo tectónico peruano que afectan a la zona de estudio son:

Las fallas tectónicas continentales que genera la deflexión de Huancabamba.

La zona de subducción a lo largo de la Costa Oeste del Perú, donde la placa oceánica de Nazca, subduce por debajo de la placa Continental Sudamericana.

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas, y son los que generan los terremotos, volcanes y orogenia.

La tectónica de placas señala una interacción por subducción de la Placa de Nazca con relación a la Placa Sudamericana, produciéndose a ángulos variables.

Como resultado del encuentro de las dos placas y la subducción de la Placa de Nazca, han sido formados: la cadena Andina y la Fosa Perú-Chile, en diferentes etapas evolutivas y son responsables de la mayor proporción de actividad sísmica en nuestro continente.

### **3.3.- RIESGO SÍSMICO**

#### **Terremoto**

Es sacudida del terreno ocasionada por fuerzas que actúan en el interior de la tierra. Los terremotos se originan en zonas inestables de la corteza y en particular en los límites de las placas. Los terremotos tectónicos, son aquellos originados en los

límites de las placas; los terremotos volcánicos, son aquellos originados por los movimientos del magma y los terremotos de falla son originados por el deslizamiento de los labios de una falla.

Un terremoto se produce al liberar de forma brusca la energía acumulada en el plano de una falla (hipocentro) originándose ondas subterráneas (P y S), lo que produce una deformación elástica. Al llegar a la superficie, (epicentro), se transforma en ondas L y R, estas son las responsables del poder destructivo de los terremotos.

Para conocer el riesgo sísmico es necesario estudiar la distribución de la población o exposición, de sismoresistencia de la infraestructura o vulnerabilidad, y la distribución de los sismos en el espacio y tiempo o peligrosidad. Para valorar los fenómenos sísmicos, se utilizan distintas escalas: unas cuantifican la intensidad (importancia de los daños) como la de Mercalli y otras la magnitud (energía liberada) como la de Richter.

La mayoría de los seísmos se localizan en los bordes de las placas litosféricas, otros son fenómenos intraplaca, pues estas últimas zonas reflejan las interacciones con placas vecinas. Se distinguen tres grandes cinturones sísmicos: cinturón circumpacífico, cinturón mediterráneo hasta Indonesia y cinturón Atlántico- indico y pacífico.

### **3.4.- NEOTECTONICA**

En el sector comprendido entre el Colegio Espinoza y el deslizamiento Chiriguas, se han observado fracturas de distensión, rellenas con material areno-limoso de naturaleza suelta; indicándonos condiciones de actividad neo- tectónica.

Asimismo en la parte alta del deslizamiento Chiriguas se han observado escarpas de falla que indican proceso de reactivación de falla y por consiguiente actividad neo-tectónica.

En el río Canchaque, se ha observado presencia de esquistos, filitas con rellenos de material morrénico, correspondiente a antiguos depósitos fluvioglaciarios expuestos en la parte norte del sector donde se ubica la institución educativa Emilio Espinoza de la Localidad de Canchaque.

## **CAPITULO IV: MECÁNICA DE SUELOS**

### **4.1.- EXPLORACIÓN DE SUELOS**

Con el objetivo de ubicar los puntos de excavación de la labor exploratoria, se realizó un reconocimiento del terreno determinándose la excavación de Calicatas con una sección de 1.00 m. x 1.00 m a una profundidad variable entre 2.00 y 3.00 metros, ubicándose de acuerdo a criterios técnicos para el estudio.

#### **4.1.1.- Excavación de calicatas y muestreo de suelos**

**Deslizamiento chiriguas.**

- **CALICATA C-1**

**0.00-1.20m**

Presencia de bloques erráticos, de diferentes tamaños, con escasa presencia de gravas y arcilla de color rojizo a mayor profundidad mayor es la humedad.

**1.20-1.70m**

Presencia de bloques erráticos con una compacidad de media a baja, todo este material es de naturaleza deslizada, por presentar una textura caótica

**1.70-3.00m.**

Presencia de bolones, gravas fracturadas en una matriz arcillosa de color pardo amarillento.

**Nota.-** A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no prevé proceso de licuación de arenas.

- **CALICATA C-2**

**0.00-3.00m**

Material con una matriz arcillosa de color pardo amarillento con presencia de gravas fracturadas, material del tipo suelto, fisurado con presencia de bolones.

**Nota.-**A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de napa freática superficial, por lo que no se prevé proceso de licuación de arenas.

- **CALICATA C-3**

**0.00-1.10m**

Presencia de esquistos meteorizados con escasa presencia de arcilla de color marrón claro.

**1.10-1.50m**

Presencia de material metamorfozado (esquisto con intercalaciones de arcilla color rosado), humedad regular con una compacidad baja.

**1.50-3.00m**

Presencia de rocas metamórficas del tipo cuarcitas de mayor grado de conservación y resistencia de media a alta.

**Nota.-** A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no prevé proceso de licuación de arenas.

**Deslizamiento Colegio Emilio Espinoza**

- **CALICATA C-1**

**0.00-0.10m**

Material de cobertura y presencia de vegetación, con presencia de arenas arcillosas de color pardo rojizo y de baja compacidad.

**0.10-0.55m**

Arenas arcillosas (SC) de color pardo rojizo a pardo amarillento, de mediana plasticidad y presencia de humedad media, de compacidad media.

**0.55-3.00m**

Arcilla de color pardo amarillento a pardo rojizo de mediana a alta plasticidad, medianamente compactas y mejorando en profundidad, con mediano contenido de humedad.

**Nota.-** A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no prevé proceso de licuación de arenas.

○ **CALICATA C-2**

**0.00-0.15m**

Material de cobertura y presencia de vegetación, con presencia de arenas arcillosas de color pardo rojizo y de baja compacidad.

**0.15-0.65m**

Arenas arcillosas (SC) de color pardo rojizo a pardo amarillento, de mediana plasticidad, presencia de humedad media y de compacidad media.

**0.65-3.00m**

Arcilla de color pardo amarillento a pardo rojizo de mediana a alta plasticidad, medianamente compactas y mejorando en profundidad, con mediano contenido de humedad.

**Nota.-**A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de napa freática superficial, por lo que no se prevé proceso de licuación de arenas.



○ **CALICATA C-3**

**0.00-0.12m**

Material de cobertura y presencia de vegetación, con presencia de arenas arcillosas de color pardo rojizo y de baja compacidad.

**0.12-0.50m**

Arenas arcillosas (SC) de color pardo rojizo a pardo amarillento, de mediana plasticidad, presencia de humedad media y de compacidad mediana.

**0.50-3.00m**

Arcilla de color pardo amarillento a pardo rojizo de mediana a alta plasticidad, medianamente compactas y mejorando en profundidad, con mediano contenido de humedad.

**Nota.-** A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no prevé proceso de licuación de arenas.

○ **CALICATA C-4**

**0.00-0.20m**

Material de cobertura y presencia de vegetación, con presencia de arenas arcillosas de color pardo rojizo y de baja compacidad.

**0.20-0.80m**

Arenas arcillosas (SC) de color pardo rojizo a pardo amarillento, de mediana plasticidad y presencia de humedad media, de compacidad media.

**0.80-3.00m**

Arcilla de color pardo amarillento a pardo rojizo de mediana a alta plasticidad, medianamente compactas y mejorando en profundidad, con mediano contenido de humedad.

**Nota.-**A la profundidad de excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no se prevé proceso de licuación de arenas.

**Posible Deslizamiento Palambla.**

○ **CALICATA 01**

**0.00-2.00**

Presencia de material arcilloso de color pardo rojizo con una capacidad portante baja, escaso contenido de humedad.

**2.00-3.50**

Presencia de material arcilloso de color pardo amarillento, con presencia de humedad media y compacidad de media a alta, mejorando en profundidad. Hacia la base, se observa roca basamento del tipo metamórfico, dominando presencia de esquistos y filitas.

○ **CALICATA 02**

**0.00-1.50**

Presencia de material arcilloso de color pardo rojizo con una capacidad portante baja, escaso contenido de humedad.

**1.50-4.00**

Presencia de material arcilloso de color pardo amarillento, con presencia de humedad media y compacidad de media a alta, mejorando en profundidad. Hacia la base, se observa roca basamento del tipo metamórfico, dominando presencia de esquistos y filitas.

**Nota.-** A la profundidad de la excavación no se ha evidenciado la presencia de la napa freática superficial, por lo que no prevé proceso de licuación de arenas.

#### **4.1.2.- Ensayo de penetración estándar (SPT) y muestreo de suelos**

Los sondeos realizados con el equipo de penetración estándar, permitieron la obtención de testigos del material deslizado, las mismas que permitieron establecer la caracterización geomecánica de los materiales.

Posteriormente se realizó la descripción litológica de los diferentes horizontes.

El muestreo de los materiales deslizados ha permitido establecer una secuencia estratigráfica de materiales arcillosos en profundidad, comportándose como matriz en la que se ubican bloques errático y materiales heterogéneos en cuanto a tamaño y forma; así mismo se ha podido establecer materiales areno arcilloso cerca a la superficie, comportándose como material de matriz y como material de base sobre la que descansan bloques erráticos de tamaños variados entre 5m a 2m y rodeados de material anguloso del tamaño de gravas y gravillas en matriz areno arcillosa.

A la profundidad de 3m se encontraron boloneria, la misma que no ha permitido profundizar al equipo de penetración dada la condición de estar constituido por materiales de alta resistencia (roca originaria del tipo metamórfico, destacando cuarcitas y esquistos cuarzo feldesfáticos), los mismos que pueden observarse en superficie, tal como se muestran en el testimonio fotográfico.

#### **4.1.3.- Descripción y elaboración de perfiles estratigráficos**

En las calicatas excavadas se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción. Así mismo se procedió a la obtención de muestras disturbadas para los ensayos granulométricos, de plasticidad, contracción, hinchamiento libre, peso volumétrico y consolidación unidimensional.

#### **4.2.- Ensayos de Laboratorio**

Con las muestras obtenidas se realizaron los ensayos de laboratorio, tanto de granulometría, plasticidad, consolidación unidimensional, hinchamiento libre, límite de

contracción, humedad natural, peso volumétrico, análisis químico por agresión, etc., para proceder a evaluar sus propiedades y calificar los suelos y rocas.

#### **4.2.1.- Análisis granulométrico por tamizado**

Este ensayo realizado con mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco, que permitió la clasificación de los suelos del tipo arenosos SP predominando en la parte superficial y hasta los 3.00 metros de profundidad y arcillo arenosos SC a CL en la parte inferior, hasta la profundidad final de excavación.

#### **4.2.2.- Limites de atterberg**

Ensayo indispensable para determinar la plasticidad de los materiales y su posterior clasificación según SUCS y se realizó utilizando la malla 40, de acuerdo a las normas ASTM y con ayuda del equipo Casagrande, para obtener según el número de golpes el límite líquido y por desecación el límite plástico para finalmente por diferencia obtener el índice de plasticidad de los materiales arcillosos y arcillo arenosos, identificados en el horizonte inferior de las excavaciones, determinándose suelos de alta, mediana y baja plasticidad:

#### **4.2.3.- Contenido de humedad natural**

De acuerdo a los ensayos realizados, se han podido establecer rangos de humedad natural de acuerdo a los tipos de suelos, siendo los arcillosos, derivados de la meteorización de rocas metamórficas del tipo esquistos y filitas los que presentan los mayores contenidos de humedad y los suelos de tipo arcillo arenoso a gravoso presentan contenido de medios y los materiales gruesos integrados por bolonería, cantos angulosos y gravas en matriz limo arcillosa, presentan menores contenidos de humedad.

Cabe mencionar que dadas las condiciones de permanente presencia de nubosidad en las partes altas del deslizamiento, se observan precipitaciones pluviales diariamente inclusive en las épocas de estiaje, generando la presencia de afloramientos de aguas subterráneas a manera de puquios o manantiales; los mismos que humedecen a los suelos circundantes y de esta manera propiciar la inestabilidad de los mismos.

#### 4.2.4.- Peso específico

Esta propiedad de los suelos identificados, se determinan utilizando el método del picnómetro y agua destilada, los resultados muestran valores variados, dependiendo del tipo de suelo, dominado por la presencia de materiales arcillosos y en menor cantidad areno arcillosos; siendo sus valores de 2.65 y 2.63 respectivamente.

#### 4.2.5.- Peso volumétrico

Los suelos analizados mediante los anillos de ensayos de corte correspondientes a los monolitos de material arcilloso, arcillo arenoso y pruebas de resistencia a la compresión, nos han permitido obtener los pesos volumétricos de muestras inalteradas, las mismas que muestran valores de 1.70 a 1.65 gr/c.c. respectivamente, en función a su contenido de elementos pesados, los mismos que han podido determinar la capacidad portante del suelo.

#### 4.2.6.- Resistencia al corte directo

Con la finalidad de obtener los parámetros del ángulo de rozamiento interno (Y) y la cohesión (C) de los materiales se programaron ensayos de corte, en muestras inalteradas en los suelos de tipo arenosos de mediana compacidad, ubicados en diferentes sectores del área del terreno, en los intervalos de 1.20 m. a 3.00 m. de profundidad, considerando el tipo de suelo predominante; ensayándose en estado natural (ver resultados en formatos).

**CUADRO N° 4.1**

#### **RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO DE SUELOS**

<b>TIPO DE SUELOS</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>ANGULO DE ROZAMIENTO</b>	<b>PESO VOLUMETRICO</b>	<b>HUMEDAD</b>
<b>(m)</b>	<b>INTERNO</b>	<b>gr./c.c.</b>	<b>W%</b>	
C-1 (CL)	0.55 – 3.00	30 °	1.66	15.50
C-2 (CL)	0.45 – 3.00	30 °	1.67	12.40
C-3 (SC)	0.50 – 3.00	29 °	1.65	10.50
C-4 (SC)	0.48 – 3.00	29 °	1.66	11.20

#### 4.2.7.- Compresibilidad de los suelos

El presente ensayo se realizó con la finalidad de evaluar el asentamiento relativo de los suelos de arenas de grano fino, ante la aplicación de cargas verticales 0.5, 1.0, 2.0 y 3.0 Kg/cm<sup>2</sup> en estado de confinamiento.

CALICATA 1 DESLIZAMIENTO CHIRIGUAS			
ENSAYO DE ASENTAMIENTO RELATIVO			
CARGA Kg/cm <sup>2</sup>	DEFORMACION Mm	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	COEFICIENTE DE POROSIDAD
0.00			0.893
0.50	0.30	1.50	0.864
1.00	0.49	2.45	0.846
2.00	0.85	4.25	0.812
3.00	1.22	6.10	0.777

#### 4.2.8.- Consolidación unidimensional (resistencia a la compresión)

Con el propósito de determinar el valor de la resistencia que ofrece el suelo ante cargas aplicadas, se obtuvieron muestras cilíndricas de 5.5cm de diámetro por 11cm de altura y luego se aplicó cargas verticales con el equipo de consolidación unidimensional hasta producir la rotura y determinar el valor de la resistencia a la compresión uniaxial inconfínada para los materiales rocosos y suelos derivados de la meteorización de los mismos, dando valores variados, entre 1.62 y 2.50 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2.9.- Hinchamiento libre**

Es el aumento del volumen de un suelo en función de la humedad. La fuerza o potencial de expansión depende del tipo de arcilla y de sus elementos coloidales.

En las muestras inalteradas, se realizaron los ensayos de expansión, particularmente los del tipo arcillosos, tanto a nivel de roca originaria como a nivel del suelo superficial, alcanzando valores de 8.10 a 10.20%.

#### **4.2.10.- Límite de contracción**

Con la finalidad de evaluar el comportamiento de los suelos arcillosos, ante la pérdida de humedad durante las épocas de estiaje o secado, donde los suelos arcillosos presentan agrietamientos por la contracción y pueden originar asentamientos relativos, se procedió a realizar los ensayos, obteniéndose valores de 7.80 y 9.10%.

#### **4.2.11.- Análisis químico por agresividad**

Con el fin de evaluar la agresividad de los suelos hacia el concreto se realizaron los ensayos químicos para determinar el contenido de sales solubles, cloruros y sulfatos, habiéndose obtenido valores moderados en los diferentes ensayos por lo que es necesario utilizar cemento tipo V (Ver resultados en anexos).

## CAPITULO V: CONDICIONES GEOTECNICAS

### 5.1.- Capacidad

#### 5.1.1.- Criterios de falla

La carga límite de un suelo, o capacidad última, se expresa con la formula general:

$$Q_f = c N_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma B N'_q$$

Los coeficientes  $N_q$ ,  $N_c$  y  $N'_q$ , son los factores de capacidad de carga, varían con las características del suelo, con el tipo de fundación y con la hipótesis de falla usada para su deducción (Tong, 1978).

#### 5.1.2.- Factores de Terzaghi – Peck (1948)

Son aplicables a cimientos superficiales continuos. El espesor  $D_f$  de suelo, la sobrecarga, actúa sólo como peso, sin suponersele resistencia intrínseca. Las líneas llenas de la figura se refieren a suelos densos, que fallan por corte general y las líneas punteadas a suelos sueltos o blandos que producen corte local (Ver Anexo correspondiente). Las fórmulas aplicadas para cada caso se pueden apreciar como sigue:

- Falla por Corte General:  $Q_d = 2B (cN_c + \gamma D N_q + BN)$
- Falla por Corte Local:  $Q'_d = 2B (2/3 cN'_c + \gamma D_f N'_q + BN'_t)$
- Cimiento Circular : Diámetro  $2R$
- Carga Crítica Total :  $R''_n (1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.6 \gamma R N_t)$

Donde:

$\gamma$  = Peso Volumétrico del suelo

Resistencia Unitaria al Corte =  $s = c + \gamma \tan \phi$



## 5.2.- Condiciones de cimentación

En el análisis de cimentación se deben haber considerado los parámetros, grado de compacidad del suelo, peso volumétrico, resistencia al corte directo (ángulo de rozamiento interno), ancho de la zapata, densidad relativa y la profundidad de la cimentación debido básicamente a las propiedades índice, tipo de suelo, y condiciones geomecánicas del mismo.

### 5.2.1 Capacidad Portante del Terreno

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación. Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada. Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para zapatas continuas de base rugosa en el caso de un medio medianamente denso; también se hace extensivo para el caso de zapatas cuadradas. Es necesario mencionar que de acuerdo a la excavación se identificaron suelos del tipo arenoso, areno limoso, y caóticamente areno arcilloso, según SUCS.

A continuación se muestran las fórmulas que se utilizaron en el análisis de la cimentación para diferentes profundidades. En suelos friccionantes y medianamente densos con cohesión. (Ver Cuadro de Capacidad Portante y Capacidad Admisible en anexos).

#### **Zapatas Aisladas ó Cuadradas:**

$$Q_c = c N'_c + D_f * \gamma * N'_q + 0.4 * B * \gamma * N'_\gamma$$

**Donde:**

**C**=Cohesión

$\gamma$  = Peso volumétrico gr/cm<sup>3</sup>.

**D<sub>f</sub>** = Profundidad de cimentación

**N'<sub>c</sub>, N'<sub>q</sub> y N'<sub>γ</sub>** = Factores de capacidad de carga.

Sin embargo en el caso de los suelos cohesivos encontrados en el área de estudio se ha aplicado la siguiente relación que depende del valor de la resistencia a la compresión unidimensional del material y que se resume de la siguiente manera:

Para Cimientos Corridos

$$Q_c = 2.85 q_u + 8 * D_f$$

Para Zapatas Aisladas

$$Q_c = 3.70 q_u + 8 * D_f$$

Donde:

$q_u$  = Resistencia a la compresión uniaxial en kg/cm<sup>2</sup>.

$\gamma$  = Peso Volumétrico en gr/c.c.

$D_f$  = Profundidad de Cimentación en m.

$Q_c$  = Capacidad Portante en kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.2.2. Capacidad Admisible de Carga

Es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura. También se le conoce como "Carga de Trabajo" o Presión de Trabajo" (Cuadro de Capacidad Admisible)

$$P_t = Q_c / F_s$$

Donde:

$P_t$  = Presión de trabajo (Kg./cm<sup>2</sup>)

$Q_c$  = Capacidad de carga

$F_s$  = Factor de seguridad (3.0)

### **5.2.3.- Presión de contacto**

Es la capacidad última de carga del terreno que se usa como parámetro de diseño de la estructura. También se le conoce como presión de carga."

### **5.3.- Capacidad Portante de Suelos en el Deslizamiento Chiriguas.**

Para determinar la capacidad portante de las zonas alejadas al deslizamiento, por ser suelos del tipo cohesivos se aplica la siguiente relación que depende del valor de la resistencia a la compresión uniaxial del material y que se resume de la siguiente manera.

Para Cimientos Corridos.

$$Q_c = 2.85 q_u + 8 * D_f$$

Para Zapatas Aisladas

$$Q_c = 3.70 q_u + 8 * D_f$$

Donde:

$q_u$  = Resistencia a la compresión uniaxial en kg/cm<sup>2</sup>.

$8$  = Peso Volumétrico en gr/c.c.

$D_f$  = Profundidad de Cimentación en m.

$Q_c$  = Capacidad Portante en kg/cm<sup>2</sup>.

NOTA: Los resultados se pueden observar en el cuadro de capacidad portante respectivo.

#### **5.4.- Capacidad Portante de Suelos en el colegio Emilio Espinoza.**

Para determinar la capacidad portante de las zonas alejadas al deslizamiento, por ser suelos del tipo cohesivos se aplica la siguiente relación que depende del valor de la resistencia a la compresión uniaxial del material y que se resume de la siguiente manera.

Para Cimientos Corridos

$$Q_c = 2.85 q_u + 8 * D_f$$

Para Zapatas Aisladas

$$Q_c = 3.70 q_u + 8 * D_f$$

Donde:

$q_u$  = Resistencia a la compresión uniaxial en kg/cm<sup>2</sup>.

$\gamma$  = Peso Volumétrico en gr/c.c.

$D_f$  = Profundidad de Cimentación en m.

$Q_c$  = Capacidad Portante en kg/cm<sup>2</sup>.

NOTA: Los resultados se pueden observar en el cuadro de capacidad portante respectivo.

# **CAPITULO VI: CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL ÁREA**

## **6.1.- CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO**

Antes de caracterizar cada uno de los movimientos es importante definir las características que posee en cuanto a secuencia, estado de actividad, estilo, velocidad, humedad y material.

### **Tipo de material**

Los siguientes términos han sido adoptados como descripción de los materiales que componen un determinado movimiento del talud.

### **Roca**

Se denomina “roca” a la roca dura y firme que estaba intacta en su lugar antes de la iniciación del movimiento.

### **Residuos**

Se denomina residuos o “detritos” al suelo que contiene una significativa proporción de material grueso. Se considera que si más del 20% del material en peso es mayor de 2 milímetros de diámetro equivalentemente debe llamarse como residuos.

### **Tierra**

Se denomina tierra al material de un deslizamiento que contiene más del 80% de las partículas menores de 2 milímetros. Los materiales que se incluyen son desde arenas a arcillas muy plásticas.

### **Humedad**

Se proponen cuatro términos para definir las condiciones de humedad:

- **Seco:** no tiene humedad visible
- **Húmedo:** contiene algo de agua pero no posee agua (corriente) libre y puede comportarse como un sólido plástico pero no como un líquido.

- **Saturado:** contiene suficiente agua para comportarse en parte como un líquido y posee cantidades visibles de agua que pueden salir del material.
- **Sobre- saturado:** contiene agua suficiente para fluir como líquido, aun en pendientes bajas.

### **Secuencia de repetición**

La secuencia se refiere a movimientos que inician en un área local y progresan o se repiten en una determinada dirección. Varnes (1978) recomienda utilizar la siguiente terminología:

- **Progresivo:** la superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento.
- **Retrogresivo:** la superficie de falla se extiende en dirección opuesta al movimiento.
- **Ampliándose:** la superficie de falla se extiende hacia una u otra de las márgenes laterales.
- **Alargándose:** la superficie de falla se alarga agregando continuamente volumen de material desplazado. La superficie de falla puede alargarse en una o más direcciones.
- **Confinado:** se refiere a movimientos que tienen un escarpe visible pero no tienen superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada.
- **Disminuyendo:** el volumen de material siendo desplazado, disminuye con el tiempo.

### **Velocidad del movimiento**

La velocidad del movimiento tiene gran influencia sobre el poder destructivo de un deslizamiento. Generalmente los deslizamientos extremadamente rápidos corresponden a catástrofes de gran violencia, ocasionalmente con muchos muertos y cuyo escape es poco probable. Por otro lado los movimientos extremadamente lentos son imperceptibles y representan un riesgo muy bajo de pérdidas de vidas humanas.

**Cuadro 6.1.** Velocidad de los movimientos (Adaptado de Cruden, Varnes - 1996)

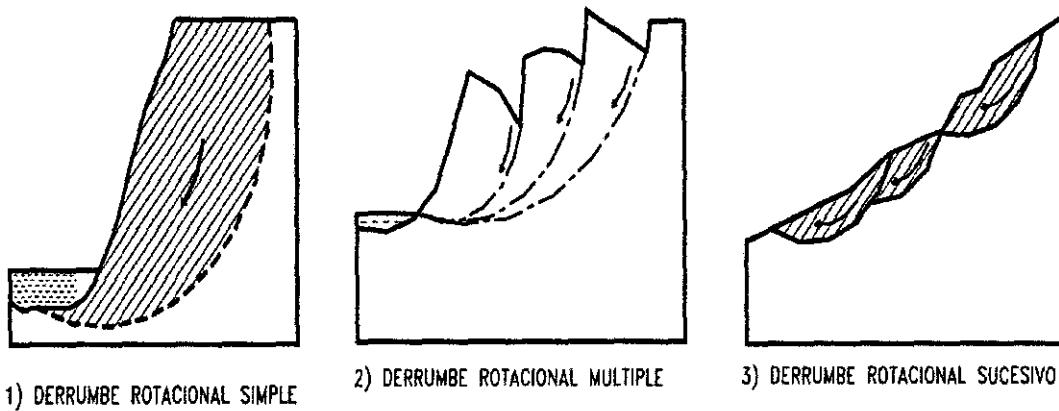
Clase	Descripción	Velocidad (mm/seg)	Desplazamiento	Poder destructor
7	Extremadamente rápido			Catástrofe de violencia mayor; edificios destruidos por el impacto o el material desplazado, muchas muertes; escape improbable.
		$5 \times 10^3$	5 m/seg	
6	Muy rápida			Alguna pérdida de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
		$5 \times 10^1$	3 m/min	
5	Rápida			Escape posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos.
		$5 \times 10^{-1}$	1.8 m/hora	
4	Moderada			Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
		$5 \times 10^{-3}$	13 m/mes	
3	Lenta			Construcciones remediales pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
		$5 \times 10^{-5}$	1.6 m/año	
2	Muy lenta			Algunas estructuras permanentes no son dañadas por el movimiento.
		$5 \times 10^{-7}$	16 mm/año	
1	Extremadamente lenta			Imperceptibles sin instrumentos; construcción posible pero deben tenerse precauciones.

### Estilo

Varnes estableció una nomenclatura de actividad de deslizamiento cuando aparecen conjuntamente diferentes tipos de movimiento:

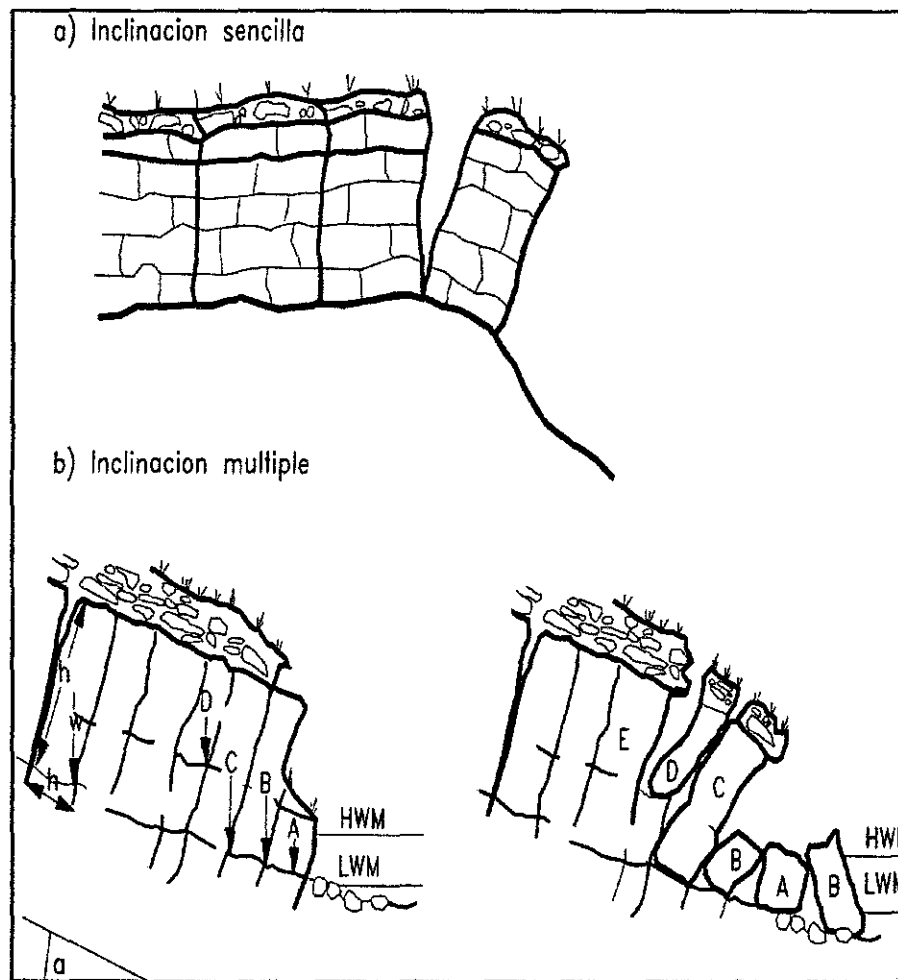
- **Complejo:** es aquel que tiene al menos dos tipos de movimiento.

- **Compuesto:** en este caso ocurren simultáneamente varios tipos de movimiento en diferentes áreas de la masa desplazada.
- **Múltiple:** se denomina como múltiple a un deslizamiento que muestra movimientos repetidos del mismo tipo, generalmente ampliando la superficie de falla.
- **Sencillo:** corresponde a un solo tipo de movimiento.



**IMAGEN 6.1.**Deslizamientos rotacionales simples y múltiples.





**IMAGEN 6.2.** Inclinaciones sencillas y múltiples (Cruden, Varnes 1996).

### Estado de actividad

- **Activo:** deslizamiento que se está moviendo actualmente.
- **Reactivado:** movimiento que está nuevamente activo, después de haber estado inactivo. Por ejemplo, deslizamientos reactivados sobre antiguas superficies de falla.
- **Suspendido:** deslizamientos que se han estado activados durante los últimos ciclos estacionales pero que no se está moviendo en la actualidad.
- **Inactivo:** deslizamientos que se llevan varios ciclos estacionales sin actividad
- **Dormido:** deslizamiento inactivo pero que las causas del movimiento aparentemente permanecen.

- **Abandonado:** es el caso de un río que cambio de curso y que estaba produciendo un deslizamiento.
- **Estabilizado:** movimiento suspendido por obras remediales artificiales.
- **Relicto:** deslizamientos que ocurrieron posiblemente, hace varios miles de años se pueden llamar deslizamientos relictos.

### **Estructura geológica**

La formación geológica del sitio del movimiento es un factor determinante en el mecanismo de falla y en el comportamiento de un movimiento en un talud, especialmente en ambientes tropicales de montaña donde la textura y estructura geológica definen por lo general, la ocurrencia de fallas en los taludes.

## **6.2.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL ÁREA DE CANCHAQUE**

### **6.2.1.-Deslizamiento Chiriguas**

El deslizamiento chiriguas presenta las siguientes dimensiones:

- Largo= 500 metros
- Ancho = 285 metros en promedio
- Profundidad= indeterminada.

En esta área de estudio se encuentran en forma dominante rocas metamórficas del tipo esquistos arcillosos, esquistos arcillo micáceo, esquistos cuarzo-feldespáticos y en menor proporción cuarcitas de color violáceo a gris verdoso con venillas de cuarzo de diferentes espesores. Todo este conjunto ha sido afectado por un fallamiento gravitacional y por presencia de intensas precipitaciones pluviales y la topografía del terreno han generado movimiento en masa en dirección del río Canchaque.

Desde el punto de vista geotécnico, se ha elaborado el mapa de zonificación, el mismo que de una manera sistemática nos muestra:

## **1.- Zona de Riesgo Alto**

Características como: Rocas sueltas con una matriz arcillosa y arcillo arenosa en la parte inferior, parte derecha hay macizo rocoso todo lo que está con vegetación es un afloramiento rocoso, en la parte central es característico de materiales sueltos incluso de diferente tamaño no hablamos de arcilla sino también de bloques de roca que se vienen de la parte alta y en la parte alta hay una característica de muchos deslizamiento. En esta época no hay lluvia pero hay invernadas zonas de pasto y hay cualquier curso de agua, afloramiento tipo puquio generalmente lo utilizan para el regadillo de dichas invernadas permanentemente entonces el agua está drenando se está infiltrando, porque debajo hay un macizo rocoso y este macizo está fracturado entonces el agua tiene un conducto por el cual el agua baja, lubrica y hace que todos los materiales sueltos se vayan deslizando en gran cantidad, es por ello que la carretera en esta zona no está totalmente estabilizada y tampoco está totalmente construida con una estructura de pavimento, se le ha puesto una especie de mampostería de roca y un solado de concreto porque es deslizante y acumula el material e incluso corta el material.

En cuanto a su humedad para este caso va a depender de acuerdo a la estación ya que en los meses de diciembre a mayo será el más húmedo a diferencia de los meses de junio a noviembre que son los meses donde permanece más seco. Con respecto a su velocidad es muy lenta y un desplazamiento de 1.6m/año con un estilo múltiple y el estado en el que se encuentra actualmente es activo. Este deslizamiento es un problema de muchos años esto tiene un promedio de 15 a 20 años igual el mismo problema de siempre no hay como detener cada vez hay mayor volumen de material.

Este es un deslizamiento rotacional en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava, lo cual muestra una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. Aquí en este deslizamiento encontramos bloques erráticos, gravas, arcillas, material meteorizado, esquistos, cangrejeras producidas por la erosión y taludes que se hicieron con la finalidad de estabilizar un poco.

## **2.- Zona de Riesgo Medio**

Esta zona comprende los flancos derecho e izquierdo del cuerpo principal, caracterizado por la presencia de rocas metamórficas del tipo esquistos cuarzo-feldespáticos intercalados con esquistos arcillo micáceos, afectados por la tectónica paleozoica y la tectónica andina. La primera se caracteriza por presentar micropliegues y esquistosidades de flujo y fractura, los mismos que generan una mayor permeabilidad del material metamórfico; permitiendo la infiltración de las aguas de precipitación.

Estas rocas en la margen izquierda del cuerpo principal muestran signos de fallamiento gravitacional, el mismo que a su vez muestra estrías y lineaciones en dirección paralela al del cuerpo deslizado. Hacia la parte exterior la roca muestra mejores condiciones de estabilidad.

En el flanco derecho las condiciones de estabilidad son mejores, debido a la topografía más suave del terreno y al contacto entre las rocas metamórficas y el cuerpo deslizado y favorecido por una mayor abundancia de vegetación, la misma que evita el flujo del material deslizado.

Hacia la parte baja próxima a la carretera se observa en este sector la presencia de un afloramiento rocoso de esquistos cuarzo-feldespáticos intercalados con cuarcitas, jugando el papel de contención y evitando así el movimiento de mayor volumen de material.

## **3.- Zona de Riesgo Bajo**

Esta zona comprende los flancos derecho e izquierdo lejos del cuerpo principal del deslizamiento, caracterizado por la presencia de rocas metamórficas del tipo esquistos cuarzo-feldespáticos intercalados con esquistos arcillo micáceos, afectados por la tectónica paleozoica y la tectónica andina. La primera se caracteriza por presentar micropliegues y esquistosidades de flujo y fractura, los mismos que generan una mayor permeabilidad del material metamórfico; permitiendo la infiltración de las aguas de precipitación.

En esta zona las rocas muestran una topografía más moderada a suave con respecto al cuerpo principal y muestra condiciones de mayor estabilidad y presencia de abundante vegetación natural y menos áreas de cultivo, es decir en esta zona la deforestación es incipiente y por lo tanto no hay impacto de la mano del hombre y 'permite la mejor conservación del material rocoso protegido por la presencia de la cobertura vegetal.

**Cuadro N° 6.2.- Propiedades Índices de las Unidades Estratigráficas**

Unidades Estratigráficas	Propiedades Físico - Mecánicas de las Unidades					
	Peso Volumétrico	Contenido de Humedad	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice Plástico %	Tipo de Suelo - Sucs.
Esquistos arcillo micáceos intercalados con filitas y pizarras del Grupo Salas de edad Paleozoica	1.70	14.92	52.60	29.58	23.02	CH
	1.69	10.77	29.60	22.34	07.60	CL
Bloques y cantos rodados en matriz arcillosa.	1.68	12.85	.	.	.	.
Arenas finas y Limos de color pardo amarillento con alto contenido de materia orgánica de edad cuaternaria reciente	1.63	11.81	.	.	.	.

**Cuadro N° 6.3.- Hinchamiento Libre y Límites de Contracción de Rocas**

<b>Muestra</b>	<b>Hinchamiento Libre ( % )</b>	<b>Contracción ( % )</b>	<b>Peso Volumétrico</b>
Esquisto	8.50	7.10	1.69 gr/c.c.
Filita	8.10	7.30	1.68 gr/c.c.
Esquisto	8.60	7.50	1.69 gr/c.c.
Esquisto	8.40	7.45	1.67 gr/c.c.
Filita	8.30	7.35	1.67 gr/c.c.
Esquistos: Materiales de basamento rocoso meteorizado del tipo arcillo, arcillo limoso y limoso.			

**Cuadro N° 6.4.- Características Litológicas e Hidrogeológicas de las Unidades**

<b>Muestra</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>	<b>Tipo de Roca</b>
M – 1	Grupo Salas	Esquisto Arcillo Micáceo
M – 2	Grupo Salas	Filitas
M – 2	Coluvial Cuaternario	Bloques , cantos en matriz arcillo limosa
M – 3	Coluvial Cuaternario	Arenas finas y Limos de color pardo amarillento a rojizo.
Esquistos permeabilidad media y cuaternarios de mediana a alta permeabilidad		

**6.2.2.- Deslizamiento Colegio Emilio Espinoza**

El deslizamiento Emilio Espinoza presenta las siguientes dimensiones:

- Largo= 220metros
- Ancho = 150metros en promedio
- Profundidad= indeterminada.

En esta zona de estudio se ha evidenciado la generación de movimientos en masa por efecto de infiltraciones de aguas superficiales y modificación de la pendiente

natural del terreno, a raíz de labores de explanación, previa a los trabajos de cimentación que se realizaron de la infraestructura Educativa, se encuentra a una altitud de 1200 m.s.n.m., provenientes de la parte alta del terreno, con una topografía irregular, de pendiente mediana a alta en la parte superior y plana en la parte baja, conformando geomorfológicamente un torrente de aluvión antiguo, el mismo que, por influencia de los factores citados líneas arriba, originaron una reactivación de movimiento en masa, dando lugar al deslizamiento evidenciado en el terreno.

Este deslizamiento al igual que el anterior es del tipo rotacional, afecta unidades del Grupo Salas y materiales aluviónicos de edad Cuaternaria reciente, en un área aproximada de 3300 m<sup>2</sup>, representado por esquistos arcillo micáceos, intercalados con filitas y pizarras, bastante alteradas, las mismas que se pueden observar en el flanco derecho del cuerpo deslizado y hacia la base del mismo, así como depósitos de granulometría heterogénea las segundas, constituidas por bloques erráticos, cantos y gravas angulosas en matriz arcillosas a areno arcillosa de color pardo amarillento y cobertura de materiales coluviales de naturaleza areno limosa de color pardo amarillento con presencia de lentes de materiales con alto contenido de materia orgánica.

La vulnerabilidad física de las edificaciones de éste centro están ligadas principalmente a la inestabilidad de taludes, por efecto de las filtraciones de aguas superficiales de las partes altas y modificación de la pendiente original del terreno, situación que se puede agravar en los meses de enero a marzo, por la presencia de lluvias de verano, las mismas que, en la localidad se pueden catalogar de intensidad media a alta, por ser una zona de abundante vegetación y clima caluroso a húmedo.

Utilizando la información de las excavaciones de campo encontradas y las trincheras excavadas durante el trabajo de campo, distribuidos en la zona de estudio, se procedió a la toma de muestras de rocas y suelos alterados e inalterados para su descripción y caracterización visual, siendo la descripción capa por capa, obteniéndose un promedio de dos capas por excavación, con excepción de la trinchera que permitió una investigación de hasta los 2.00 metros y definir la tipología de los materiales como aluvionales y metamórficos.

De acuerdo a las investigaciones de campo y evaluación visual de los materiales, se han determinado las unidades geológicas que funcionan como acuífero y acuicludo, siendo respectivamente los aluvionales y esquistos arcillo micáceas, cuyas propiedades Índices generales se muestran en los cuadros 1, 2 y 3.

**Cuadro N° 6.5.- Propiedades Índices de las Unidades Estratigráficas**

Unidades Estratigráficas	Propiedades Físico - Mecánicas de las Unidades					
	Peso Volumétrico	Contenido de Humedad	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice Plástico %	Tipo de Suelo - Sucs.
Esquistos arcillo micáceos intercalados con filitas y pizarras del Grupo Salas de edad Paleozoica	1.67	12.20		35.10	40.10	CH
	1.66	11.30	75.20	27.50	21.40	CL
			48.90			
Bloques y cantos rodados en matriz arcillosa a areno arcillosa del tipo Aluvional	1.65	5.50				
Arenas finas y Limos de color pardo amarillento con alto contenido de materia orgánica de edad cuaternaria reciente	1.62	4.30				SM



**Cuadro N° 6.6.- Hinchamiento Libre y Límites de Contracción de Lutitas**

<b>Muestra</b>	<b>Hinchamiento Libre ( % )</b>	<b>Contracción ( % )</b>	<b>Peso Volumétrico</b>
Esquisto	8.60	7.50	1.67 gr/c.c.
Filita	8.20	7.40	1.66 gr/c.c.
Esquisto	8.80	7.70	1.66 gr/c.c.
Esquisto	8.90	7.85	1.67 gr/c.c.
Filita	8.50	7.85	1.67 gr/c.c.
Esquistos : Materiales de Fondo sobre el cual se deslizan los materiales cuaternarios recientes			

**Cuadro N° 6.7.- Características Litológicas e Hidrogeológicas de las Unidades**

<b>Muestra</b>	<b>Unidad Estratigráfica</b>	<b>Tipo de Roca</b>
M – 1	Grupo Salas	Esquisto Arcillo Micaceo
M – 1	Grupo Salas	Esquisto Arcillo Micaceo
M – 2	Grupo Salas	Filitas
M – 2	Aluvional Cuaternario	Bloques , cantos en matriz arcillo arenosa
M – 3	Coluvial Cuaternario	Arenas finas y Limos de color pardo amarillento
Esquistos baja permeabilidad y cuaternarios de mediana a alta permeabilidad		

### **6.3- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA PALAMBLA**

#### **6.3.1- Probable Deslizamiento Palambla (Villa del Auca)**

El probable deslizamiento Palambla presenta las siguientes dimensiones:

- Largo= 220metros
- Ancho = 150metros en promedio
- Profundidad= indeterminada.

En esta área de estudio la mayor parte lo conforma un centro recreacional denominado “Villa del Auca” y la otra parte está cubierta de invernadas, aquí en esta zona encontramos arcilla en todo el área. En esta época no hay lluvia pero hay invernadas zonas de pasto donde hay cualquier curso de agua, afloramiento tipo puquio, generalmente lo utilizan para el regadillo de dichas invernadas permanentemente entonces el agua está drenando se está infiltrando con una velocidad extremadamente lenta, y hace que todos los materiales sueltos se vayan deslizando en pequeñas cantidades, es por ello que el dueño de este centro recreacional ha hecho como un tipo canaleta para así poder disminuir la infiltración del agua hacia el interior de su construcción y evitar en este caso daños que pueden ser del tipo materiales o humanos .

En este deslizamiento el tipo de material es de tierra, en cuanto a su humedad para este caso se determinó 12.98%, la misma que muestra variaciones según la estación, ya que en los meses de diciembre a mayo será el más húmedo a diferencia de los meses de junio a noviembre que son los meses donde permanece con la humedad antes citada. Con respecto a su dinámica esta zona muestra condiciones de estabilidad,; dada la presencia de rocas metamórficas del tipo esquistos arcillo micáceos con un estado de conservación medio y presencia de cobertura vegetal , que disminuye la acción erosiva de los agentes geológicos. Su velocidad es extremadamente lenta con un estilo múltiple y el estado en el que se encuentra actualmente es inactivo.

## **CAPITULO VII: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

### **7.1.- PARA ÁREAS DESLIZADAS**

- Construir un muro de contención en la parte alta del deslizamiento.
- Construir sistemas de drenaje en la corona de deslizamiento con la finalidad de drenar las aguas pluviales hacia el exterior del cuerpo deslizado en direcciones opuestas y de este modo evitar la saturación del cuerpo deslizado.
- En la parte alta de la corona crear zonas de reforestación con plantas arbóreas que permitan la estabilización del cuerpo y la regulación de la infiltración de las aguas pluviales hacia el interior del cuerpo deslizado.
- Construir terraplenes a lo largo del cuerpo deslizado y taludes de estabilización, con dimensiones variables en función a la topografía, litología e intensidad de las precipitaciones.
- Los taludes que se construyan para estabilizar los deslizamientos, deberán tener una relación de 1: 1(ángulo máximo de talud de 30) o en lo menos probable de 2:1(ángulo máximo de talud de 45).
- Se recomienda la construcción de muros y terrazas a manera de andenería.

### **7.2.- PARA ÁREAS VECINAS AL CUERPO DESLIZADO**

- Se recomienda realizar reforestación con plantas arbustivas para regular las precipitaciones pluviales y estabilizar estas áreas, para evitar la ampliación del ancho del cuerpo deslizado.

### **7.3.- PARA ÁREAS ALEJADAS AL CUERPO DESLIZADO**

- Se recomienda programas de reforestación con plantas nativas del lugar o vegetación arbustivas.
- Evitar la tala indiscriminada de la vegetación.

### **7.4.- PARA ÁREAS DE DERRUMBES**

No se han encontrado áreas de derrumbes, siendo estos de mayor ocurrencia en las áreas lejos de las zonas investigadas y en puntos donde la topografía es más agreste y presencia de rocas volcánicas terciarias como por ejemplo mina turmalina, quebrada el chorro y el denominado pistolero favorecidos por la topografía y las intensas precipitaciones pluviales (taludes casi verticales).

### **7.5.- PARA ÁREAS VECINAS AL CUERPO DERRUMBADO**

Por ser zona ubicada fuera del área de estudio se recomienda programas de desquinche de bloques inestables y mejoramiento del talud.

### **7.6.- PARA ÁREAS ALEJADAS AL CUERPO DERRUMBADO**

Por ser zona ubicada fuera del área de estudio se recomienda programas de reforestación o de plantas de tallo corto.

Evitar la tala indiscriminada de la vegetación.

## CONCLUSIONES

1. La zona de estudio desde el punto de vista geológico, muestra una secuencia de unidades que van desde el Paleozoico hasta el reciente, representados por rocas metamórficas del Grupo Salas del Paleozoico Inferior, constituido por una alternancia de esquistos, filitas, pizarra y en menor proporción cuarcitas, cubiertas por rocas mesozoicas del Grupo Goyllarisquizga, constituido por areniscas cuarcitiformes de alta resistencia y ambas unidades cubiertas por materiales cuaternarios del tipo aluvial, fluvial, coluvial y eluvial.
2. Intruyendo a las rocas anteriormente descritas se observan rocas intrusivas de la unidad Pamparumbe, de edad Cretácico superior- Terciario inferior constituida por tonalitas y en menor proporción dioritas.
3. De las investigaciones de campo realizadas se ha podido establecer los movimientos en masa denominados Chiriguas, Espinoza y Palambra, siendo los dos primeros deslizamientos activos y el último potencialmente activo.
4. Los deslizamientos Chiriguas y Espinoza son del tipo rotacional y afectan a rocas metamórficas y materiales aluvionales cuaternarios, siendo sus dimensiones las siguientes:
  - Deslizamiento chiriguas.
  - Largo: 500m
  - Ancho: 285m
  - Profundidad: indeterminada
  - Deslizamiento Colegio Emilio Espinoza.
  - Largo: 220m
  - Ancho: 150m
  - Profundidad: indeterminada.

5. El deslizamiento Chiriguas es catalogado como el movimiento en masa de mayor vulnerabilidad, seguido por el deslizamiento Espinoza y de relativa estabilidad el de Palambla.
6. El deslizamiento Chiriguas afecta la infraestructura vial (Carretera Piura Canchaque) en un tramo de aproximadamente 100 metros.
7. El deslizamiento Espinosa afecta la infraestructura educativa del Colegio Emilio Espinoza de Canchaque, el mismo que a la fecha de culminación del presente trabajo se encuentra paralizada en su etapa de construcción.
8. El deslizamiento Chiriguas presenta signos de mantenimiento de la carretera, consistente en la construcción de un terraplen a una altura de 10 m con un largo de 80 m y un ancho de 6 m.
9. El deslizamiento Espinoza muestra evidencias de actividad reciente, por las evidencias encontradas en diferentes partes de la estructura como es el caso del muro de contención de aproximadamente 20m de largo por 1m de ancho, ubicada en la corona del cuerpo deslizado, consistente en un enrocado con mortero de cemento, así como desvío del drenaje natural hacia el extremo derecho del cuerpo deslizado.
10. Así mismo se observan grietas en la plataforma deportiva y muros de las paredes de las aulas del primer nivel, tal como se observan en los testimonios fotográficos.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones establecidas, se recomienda para el caso de los deslizamientos Chiriguas y Espinoza lo siguiente:

### **Deslizamiento Chiriguas.**

- Se recomienda hacer banquetas en las cotas superiores a la actualmente existente de una forma escalonada a manera de andenería con banquetas de 80m de largo 10m de ancho y 10m de altura, hasta alcanzar la zona de contacto entre roca originaria y cuerpo deslizado.
- El proceso constructivo de las banquetas comprenderá la compactación de materiales de naturaleza gravo arcillosa en capas de 20cm con materiales de cantera.
- En épocas de intensas precipitaciones pluviales, es necesario la construcción de sistemas de drenaje hacia las partes laterales del cuerpo deslizado, para evitar la infiltración de las aguas meteóricas y eventualmente saturar los materiales arcillo-arenosos y evitar de este modo su desplazamiento.
- Disminuir el efecto del talud y para ello hay que realizar movimientos de tierra y construir terraplenes de aproximadamente 6m de ancho en sentido transversal al sentido del movimiento del cuerpo deslizado.
- Complementariamente a las recomendaciones anteriores se pueden estabilizar los taludes utilizando membranas geotextiles o con canaletas revestidas de concreto para evitar que esta agua por el cual drena también se infiltre porque los materiales como tienen fragmentos de roca son porosos y permeables la arcilla actúa en cierto modo con un grado de permeabilidad pero no totalmente.

### **Deslizamiento Emilio Espinoza**

- Se recomienda como primera medida, la impermeabilización del drenaje de coronación presente en la actualidad, el mismo que permite direccionar las aguas hacia la parte periférica del cuerpo deslizado y cortar el flujo de agua de la parte alta de la quebrada, así como reubicar el noque de almacenamiento de agua, debido a que por rebose puede ser fuente de agua y provocar eventuales movimientos relativos sucesivos del cuerpo deslizado.
- En base a la disponibilidad de recursos financieros, luego de las investigaciones de detalle, se deberá contemplar la construcción de un muro de contención aguas arriba de la quebrada, a la altura del primer dren, diseñándolo en base a concreto o enrocado.

### **Deslizamiento Potencial Palambla**

- De acuerdo a la evaluación geológica geotécnica realizada esta zona muestra condiciones de relativa estabilidad, siendo necesario realizar trabajos de prevención, consistentes en mantenimiento de la vegetación, mantenimiento de las vías de acceso y un buen manejo del drenaje de las aguas residuales y de la piscina, de modo tal que no impacte al cuerpo principal conformado por rocas metamórficas meteorizadas.



## BIBLIOGRAFIA

- **Aliaga Chávez Manuel Jesús (2003);** Estudio geológico-geotécnico para la rehabilitación de la quebrada corral quemado-río nieve tramo I: puerto naranjitos-Pedro Ruiz.
- **Aramayo Daniel (1999);** Problemas de Estabilidad de Taludes en Caminos Rurales. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huánuco – Perú.
- **Borges Daudt José (2004);** Depositional setting, sedimentary processes and pinch – out geometries in a Fault – controlled Deep – water Turbidite system: an example from the Verdún , Laguna Field, Talara Basin, Northwest Peru. Boletín N° 97 Sociedad Geológica Del Perú. Lima – Perú.
- **Borges José y Sullivan D. (2004);** Sea – level and Tectonic influence in deposition of the Cabo Blanco member: example of an Eocene Fluvio – Estuarine system in Talara Basin, NW Peru. Boletín N° 97 Sociedad Geológica Del Perú. Lima – Perú.
- **Campbell, R, H. (1980);** Landslide Maps Showing Field Classifications, Point, Duke Quadrangle, California, U.S.Geological Survey.
- **Carrara A, (1976);** Landslide Inventory in Northern Calabria, Southern Italy in Geological Society of American Bulletin, Vol 87, pp 1153 – 1162.
- **Corporación Andina de Fomento (2000);** Las lecciones de El Niño: Memorias del fenómeno El Niño 1997 – 1998, retos y propuestas para la Región Andina. Volumen IV, .Caracas – Venezuela.
- **Del Carmen Centeno Yamila (2009);** vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio la Conquista, Carazo y Nicaragua.
- **Degraff, J.V. (1978);** Regional Landslide Evolution, Utah Examples in Environmental Geology, Vol. 2, pp 203 – 214

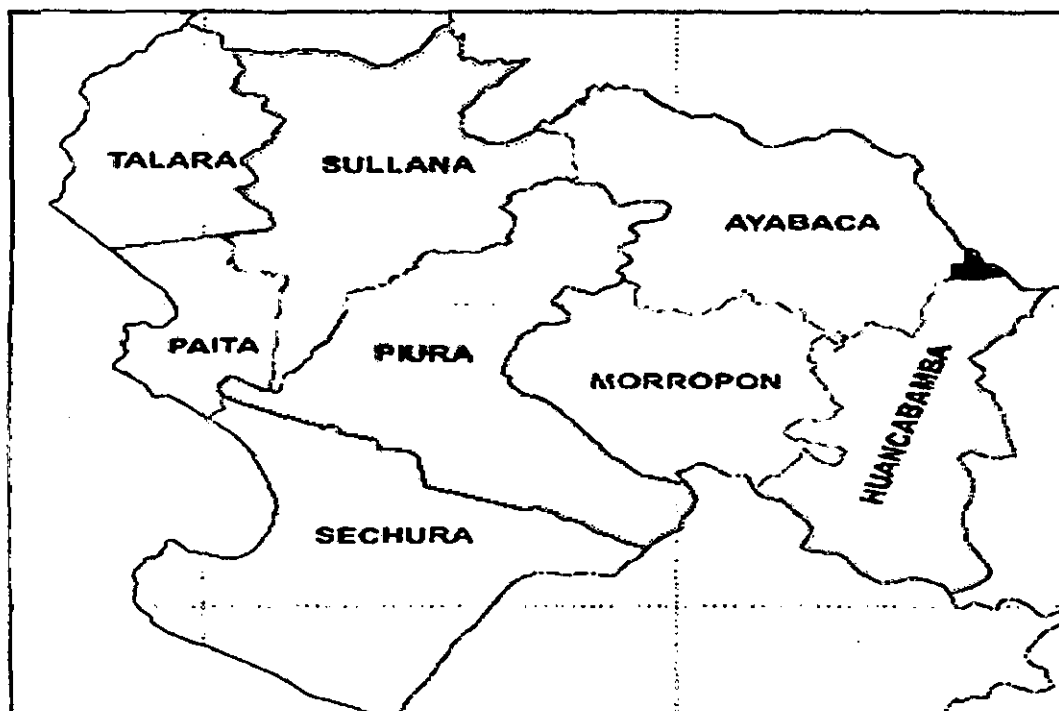
- **Durand Aldo y Assis Andrés (1999);** Estudio de Estabilidad de Taludes en Minería a través de Clasificación Geomecánica. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huánuco – Perú.
- **Duque Escobar Gonzalo (2003);** Manual de geología para ingenieros.
- **El colegio de Michoacán, A.C Universidad de Guadalajara (2002);** Los estudios del agua de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.
- **González de Vallejo Luis, Ferrer Mercedes, Ortuño Luis y Otero Carlos (2002);** Ingeniería Geológica. Ediciones Prentice. Madrid – España.
- **Hartman Margriet W. (1992);** estudio del posible riesgo del deslizamiento y procesos aliados en la cuenca del río toro amarillo, Costa Rica.
- **Hermelín Michel (2005);** Desastres de origen natural en Colombia 1979-2004.
- **Hutchinson, J.N. and Rogfer, E (1975);** the Mayunmarca Lanslide of 25 April 1974 in UNESCO Serial. Paris – Francia.
- **Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2006);** Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chira – Catamayo. N° 31 Serie Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima – Perú.
- **Instituto Tecnológico Geominero de España (1983);** catálogo nacional de riesgos geológicos.
- **Igarzábal Antonio P. (1971);** remoción en masa en la quebrada del toro (salta).
- **Iriondo Martín H. (2007);** introducción a la geología.
- **Kuroiwa Julio (2002);** Reducción de Desastres; viviendo en armonía con la naturaleza. Quebecor World Perú. Lima – Perú.

- **Kuroiwa Julio (1999);** Desarrollo de Ciudades Sostenibles en el Perú. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huánuco – Perú.
- **Kuroiwa J, Sato J y Kumagai (1992);** Peru's National Program for Disaster Mitigation. Memorias IOCMIS, Volumen 10. Madrid – España.
- **Luque Roberto y Alva Jorge (1999);** Estimación y Evaluación de Flujo de Escombros. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huanuco – Perú.
- **Martinez Alberto (1999);** Modelo a escala Natural de los Incas en el Tratamiento de los Huaycos. XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huanuco – Perú.
- **Morgan R.P.C. (1997);** erosión y conservación del suelo.
- **Núñez Solís Jorge (2001);** manejo y conservación de suelos.
- **Palacios Oscar (1994);** Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla. Ingemmet, Boletín Serie A Carta Geológica Nacional, Lima – Perú.
- **Petersen Georg (1998);** Estudios Climatológicos en el Nor Oeste Peruano. Sociedad Geológica del Perú. Volumen Jubilar Nº 4. Lima – Perú.
- **Repetto y Santiago C; (1995);** Aspectos geológicos de protección ambiental. ORCYT – UNESCO. Volumen 1. Montevideo – Uruguay.
- **Sánchez, R., et al. (2002);** Modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamiento en tiempo real. Simposio Latinoamericano de Control de erosión. Bogotá – Colombia.
- **Sebrier Michelle (1982);** Observaciones acerca de la neotectónica del Perú. Instituto Geofísico del Perú. Lima – Perú.
- **Universidad Eafit (2007);** Entorno natural de 17 ciudades de Colombia.
- **Wicander (2000);** Fundamentos de geología 2da edición.

**ANEXOS**

## ANEXO

### Anexo 1.1. PLANO GEOLOGICO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA**  
**CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICOS, GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS.**

**REGISTRO N°: CP - 01**

CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE DEL TERRENO								
OLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA						
PROYECTO / TITULO	:	TESIS PROFESIONAL						
LUGAR DE EJECUCIÓN	:	CANCHAQUE- PIURA						
TIPO DE PROBLEMA	:	DESPLAZAMIENTO CHIRIGUAS ZONA ESTABLE						
FECHA	:	PIURA JULIO DEL 2014						
PARAMETROS FISICOS				CIMENTOS CORRIDOS		ZAPATAS AISLADAS		
Df	g	qu	f	Qc	Pt	Qc	Pt	
m.	Gr/Cm <sup>3</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>		Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	
1.5	1.79	1.02	22	3.176	1.06	4.043	1.35	
2.00	1.79	1.02	22	3.265	1.09	4.132	1.38	
2.50	1.79	1.02	22.0	3.355	1.12	4.222	1.41	
Indice								
Qc	:	CAPACIDAD PORTANTE				fs	:	
Pt	:	PRESION DE TRABAJO (Qc/fs)				g	:	
qu	:	RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAxIAL				f	:	
Df	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION						



**REGISTRO N°: CP - 01**

CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE DEL TERRENO									
OLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA							
PROYECTO / TEMA	:	TESIS PROFESIONAL							
LUBRICACIÓN	:	CANCHAQUE- PIURA							
UBICACIÓN	:	DESPLIZAMIENTO COLEGIO EMILIO ESPINOZA							
FECHA	:	PIURA JULIO DEL 2014							
PARAMETROS FISICOS				CIMENTOS CORRIDOS		ZAPATAS AISLADAS			
Df	g	qu	f	Qc	Pt	Qc	Pt		
m.	Gr/Cm <sup>3</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>		Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>	Kg/Cm <sup>2</sup>		
1.5	1.75	0.91	20	2.856	0.95	3.630	1.21		
2.00	1.75	0.91	20	2.944	0.98	3.717	1.24		
2.50	1.75	0.91	20.0	3.031	1.01	3.805	1.27		
onde									
Qc	:	CAPACIDAD PORTANTE				fs	:		
Pt	:	PRESION DE TRABAJO (Qc/fs)				g	:		
qu	:	RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAxIAL				f	:		
Df	:	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION							



## RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAxIAL INCONFINADA

**SOLICITA** : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLIINDA  
**PROYECTO** : TESIS PROFESIONAL  
**UBICACIÓN** : CANCHAQUE- PIURA  
**MUESTRA** : ZONA ESTABLE- COLEGIO EMILIO ESPINOZA: ESQUISTO ARCILLO MICACEO METEORIZADO  
**FECHA** : PIURA JULIO DEL 2014

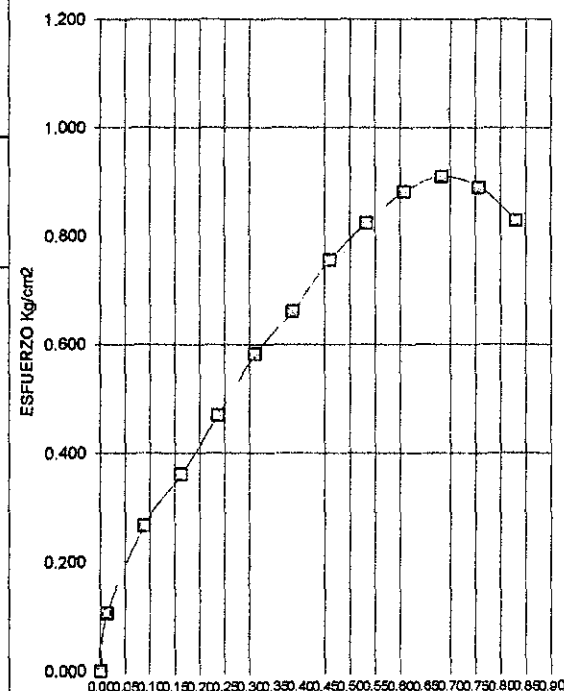
Diametro Inicial	:	6.25	Diametro Final	:	5.80
Seccion Inicial	:	30.68	Seccion Final	:	26.42
Altura Inicial	:	10.25	Altura Final	:	9.80
Volum. Inicial	:	314.47	Volumen Final	:	258.92
Corrección	:	2.54	Sec. Corregida	:	Ao
		Ho			1-Def. Unitaria

Tiempo Minutos	Lectura Cuadrante Cargas 0.0001"	Carga Axial P Kg	Lectura Cuadrante Deformac. 0.01mm	Deformac. Total Pulgadas	Deformac. Unitaria	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup>
	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	30.680	0.000
	0.20	3.326	0.30	0.052	0.013	31.082	0.107
	0.60	8.978	0.60	0.352	0.087	33.613	0.267
	0.90	13.217	0.90	0.652	0.162	36.594	0.361
	1.30	18.869	1.20	0.952	0.236	40.154	0.470
	1.80	25.934	1.50	1.252	0.310	44.483	0.583
	2.30	32.999	1.80	1.552	0.385	49.857	0.662
	3.00	42.889	2.10	1.852	0.459	56.707	0.756
	3.80	54.193	2.40	2.152	0.533	65.741	0.824
	4.85	69.029	2.70	2.452	0.608	78.198	0.883
	6.18	87.822	3.00	2.752	0.682	96.479	0.910
	7.90	112.125	3.30	3.052	0.756	125.916	0.890
	10.60	150.276	3.60	3.352	0.831	181.205	0.829

4 min.

ROTURA EN EL CUADRANTE DE CARGA : 6.18  
RESISTENCIA A LA COMPRESION (qu) : 0.910 Kg/cm<sup>2</sup>

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA



DEFORMACION UNITARIA





## RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAXIAL INCONFINADA

**SOLICITA** : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
**PROYECTO** : TESIS PROFESIONAL  
**UBICACIÓN** : CÁNCACHUE- PIURA  
**MUESTRA** : DESLIZAMIENTO CHIRIGUAS- ZONA ESTABLE: ESQUISTO ARCILLOSO METEORIZADO  
**FECHA** : PIURA JULIO DEL 2014

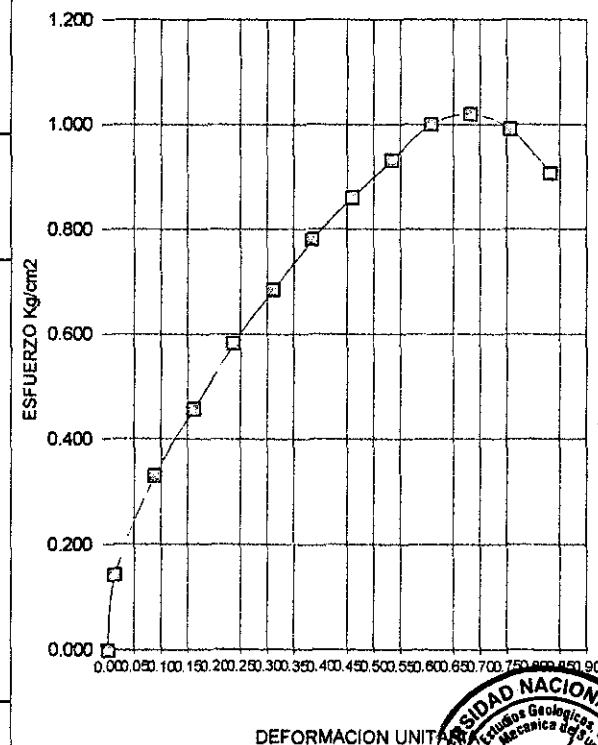
Diametro Inicial	:	6.25	Diametro Final	:	5.80
Sección Inicial	:	30.68	Sección Final	:	26.42
Altura Inicial	:	10.25	Altura Final	:	9.80
Volum. Inicial	:	314.47	Volumen Final	:	258.92
Corrección	:	2.54	Sec. Corregida	:	Ao
		Ho			1-Def. Unitaria

Tiempo Minutos	Lectura Cuadrante Cargas 0.0001"	Carga Axial P Kg	Lectura Cuadrante Deformac. 0.01mm	Deformac. Total Pulgadas	Deformac. Unitaria	Area Corregida cm <sup>2</sup>	Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup>
	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	30.680	0.000
	0.28	4.456	0.30	0.052	0.013	31.082	0.143
	0.75	11.097	0.60	0.352	0.087	33.613	0.330
	1.15	16.749	0.90	0.652	0.162	36.594	0.458
	1.62	23.390	1.20	0.952	0.236	40.154	0.583
	2.12	30.455	1.50	1.252	0.310	44.483	0.685
	2.72	38.933	1.80	1.552	0.385	49.857	0.781
	3.42	48.824	2.10	1.852	0.459	56.707	0.861
	4.30	61.258	2.40	2.152	0.533	65.741	0.932
	5.50	78.214	2.70	2.452	0.608	78.198	1.000
	6.93	98.419	3.00	2.752	0.682	96.479	1.020
	8.80	124.842	3.30	3.052	0.756	125.916	0.991
	11.60	164.406	3.60	3.352	0.831	181.205	0.907

4 min.

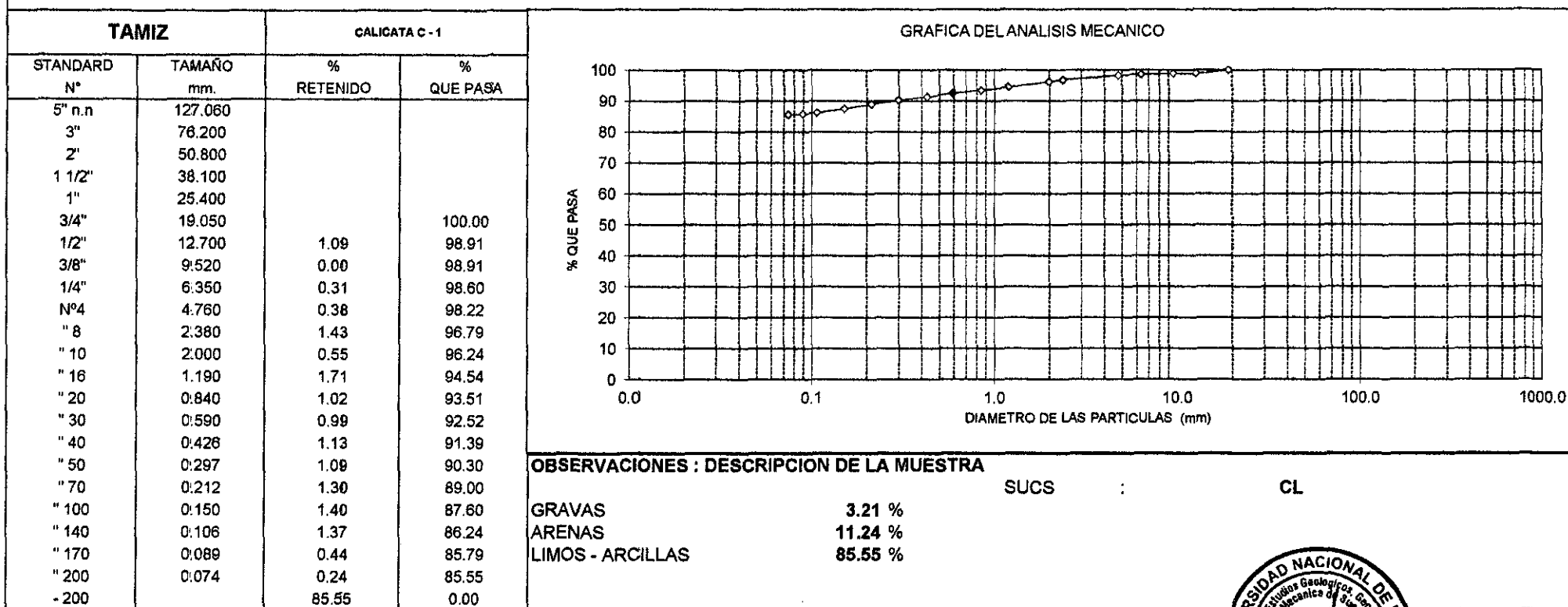
ROTURA EN EL CUADRANTE DE CARGA : 6.93  
RESISTENCIA A LA COMPRESION (qu) : 1.020 Kg/cm<sup>2</sup>

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA



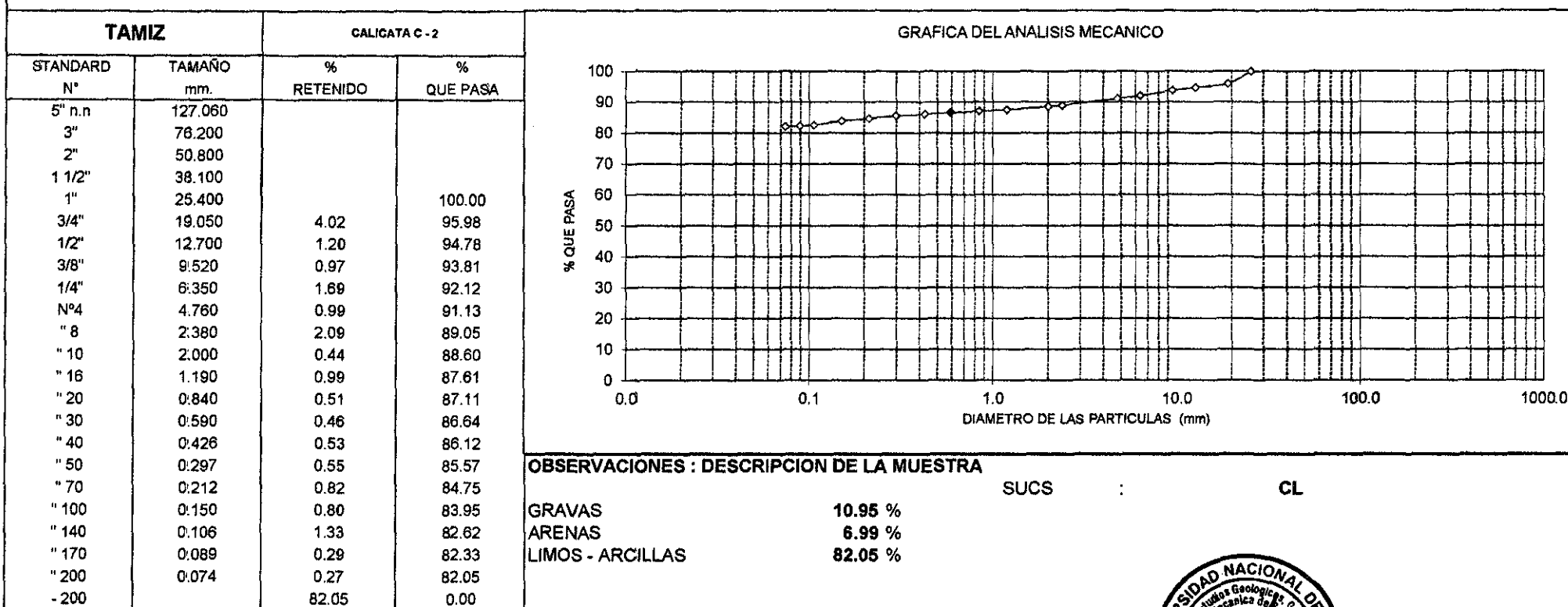
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
UBICACIÓN : COLEGIO EMILIO ESPINOZA  
MUESTRA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,50m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION.  
UBICACIÓN : VILLA DEL AUCA  
MUESTRA : CALICATA C - 2 PROF. 1,50 - 4,00m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION.  
UBICACIÓN : VILLA DEL AUCA  
MUESTRA : CALICATA C - 1 PROF. 2,00 - 3,50m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

TAMIZ		CALICATA C - 1		GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA	
5" n.n	127.060			
3"	76.200			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700			
3/8"	9.520			
1/4"	6.350			
Nº4	4.760		100.00	
" 8	2.380	1.63	98.37	
" 10	2.000	0.57	97.80	
" 16	1.190	2.20	95.80	
" 20	0.840	1.39	94.21	
" 30	0.590	1.25	92.96	
" 40	0.426	1.25	91.71	
" 50	0.297	1.11	90.60	
" 70	0.212	1.01	89.59	
" 100	0.150	0.90	88.69	
" 140	0.106	0.82	87.88	
" 170	0.089	0.16	87.71	
" 200	0.074	0.11	87.61	
- 200		87.61	0.00	

### OBSERVACIONES : DESCRIPCION DE LA MUESTRA

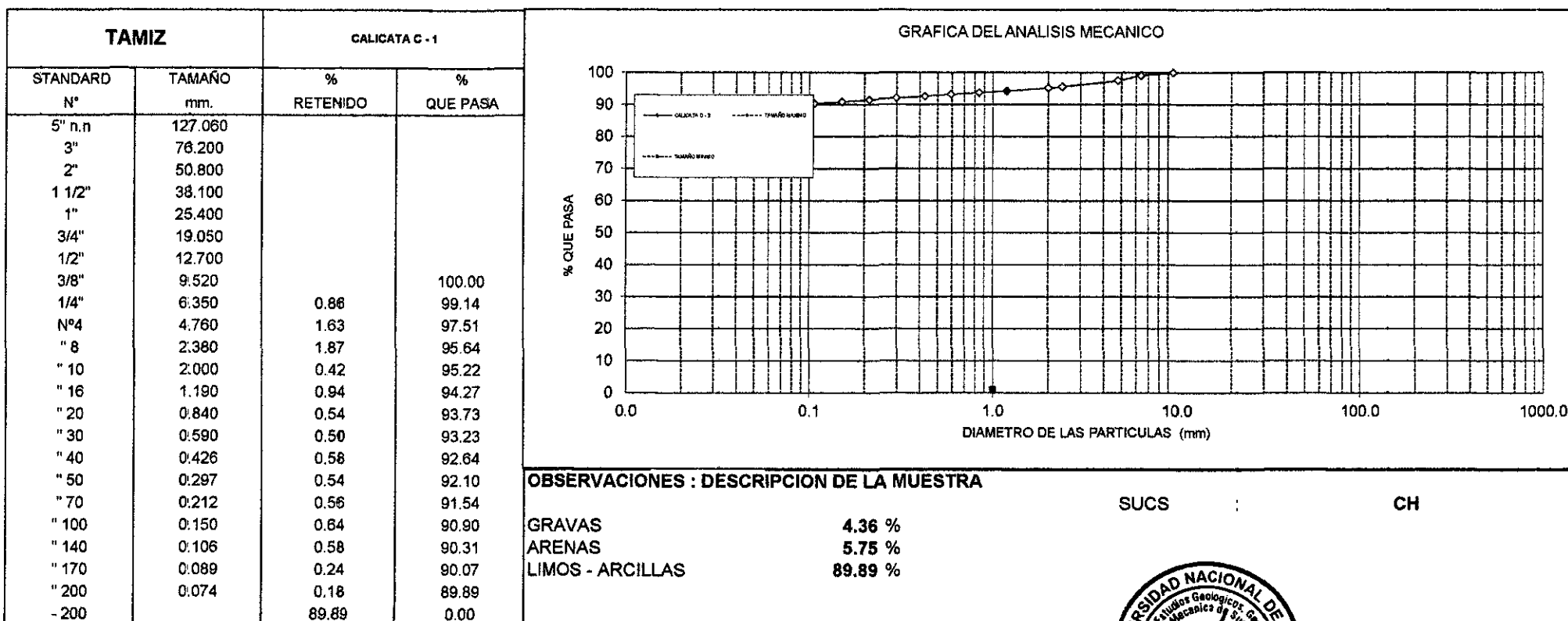
GRAVAS 1.63 %  
ARENAS 10.76 %  
LIMOS - ARCILLAS 87.61 %

SUCS : CL



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION.  
UBICACIÓN : VILLA DEL AUCA  
MUESTRA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 2,00m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

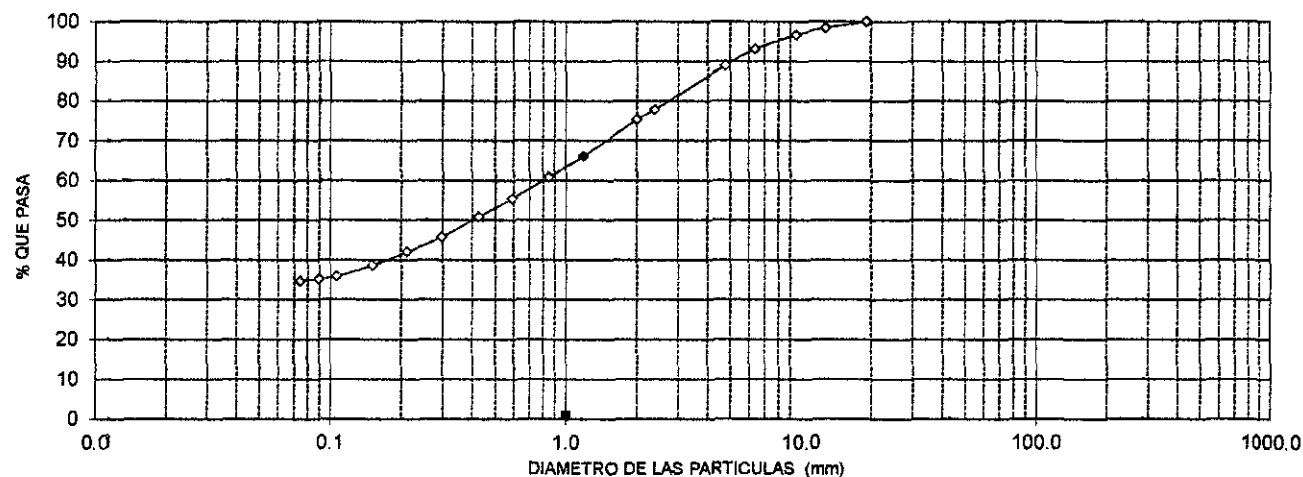


## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
UBICACIÓN : CHIRIGUAS  
MUESTRA : CALICATA C - 3 PROF. 1,20 - 2,00m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

TAMIZ		CALICATA C - 3	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		100.00
1/2"	12.700	1.51	98.49
3/8"	9.520	1.78	96.71
1/4"	6.350	3.58	93.12
Nº4	4.760	4.10	89.01
" 8	2.380	11.15	77.86
" 10	2.000	2.54	75.32
" 16	1.190	9.18	66.14
" 20	0.840	5.32	60.83
" 30	0.590	5.40	55.43
" 40	0.426	4.48	50.94
" 50	0.297	5.13	45.82
" 70	0.212	3.73	42.09
" 100	0.150	3.43	38.66
" 140	0.106	2.75	35.91
" 170	0.089	0.85	35.26
" 200	0.074	0.54	34.72
- 200		34.72	0.00

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



OBSERVACIONES : DESCRIPCION DE LA MUESTRA

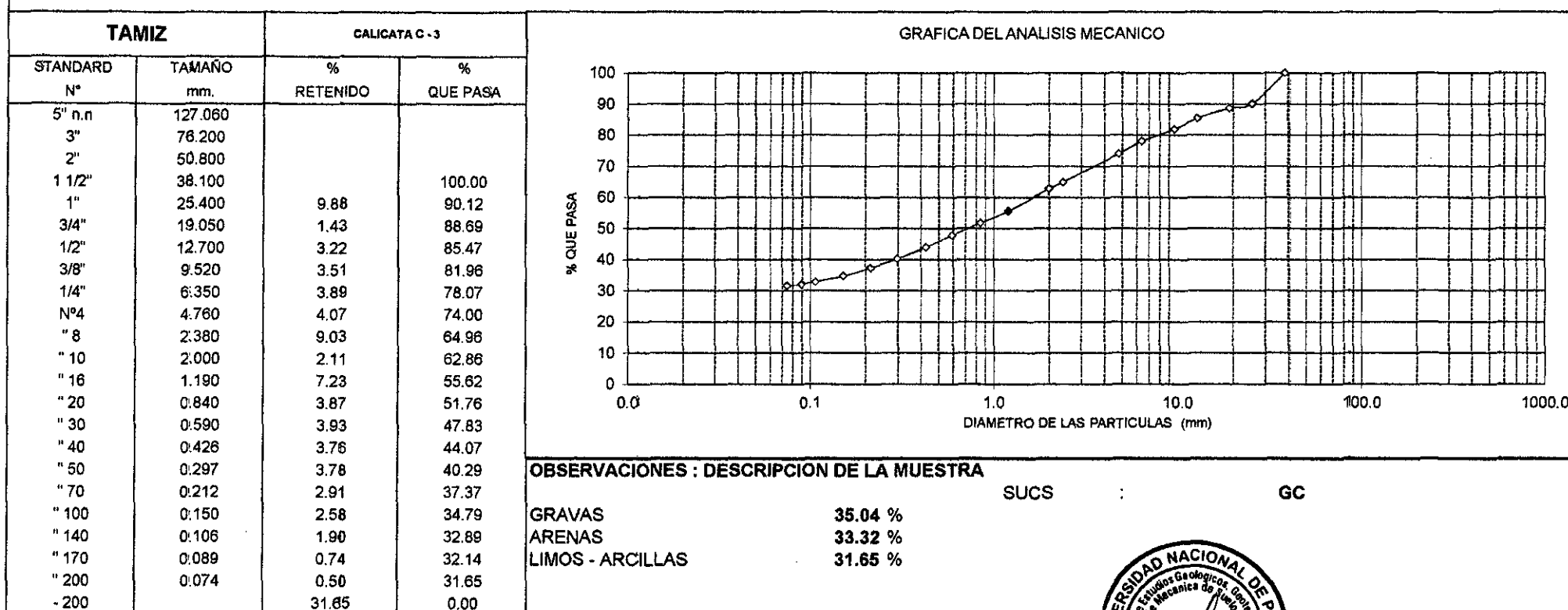
SUCS : SC

GRAVAS : 22.14 %  
ARENAS : 43.14 %  
LIMOS - ARCILLAS : 34.72 %



## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGOLUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION.  
UBICACIÓN : CHIRIGUAS  
MUESTRA : CALICATA C - 3 PROF. 0,00 - 1,10m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

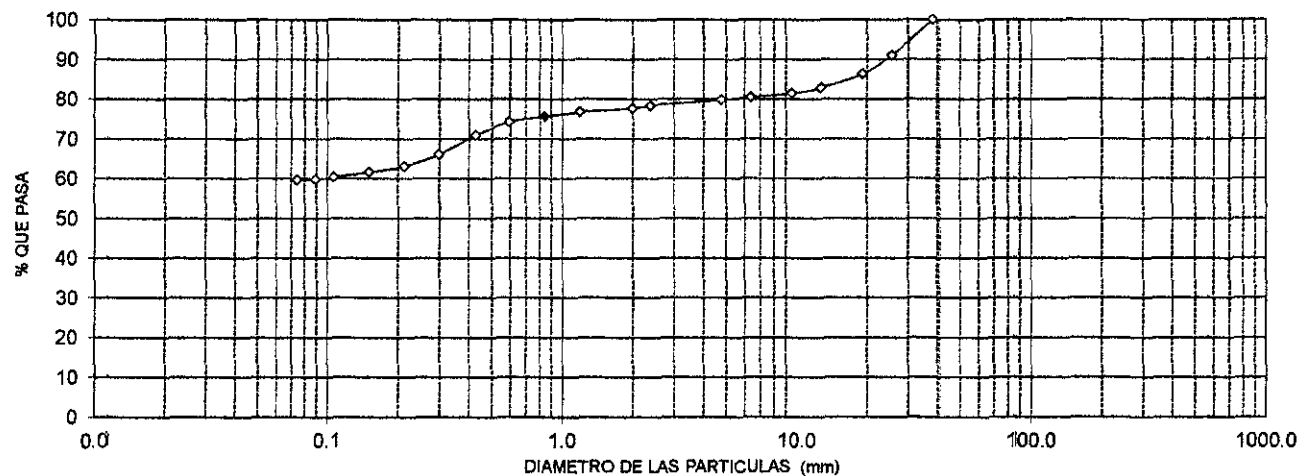


## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION.  
UBICACIÓN : CHIRIGUAS  
MUESTRA : CALICATA C - 2 PROF. 0,00 - 2,00m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

TAMIZ		CALICATA C - 2	
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	% RETENIDO	% QUE PASA
5" n.n	127.060		
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		100.00
1"	25.400	8.93	91.07
3/4"	19.050	4.76	86.31
1/2"	12.700	3.42	82.89
3/8"	9.520	1.38	81.50
1/4"	6.350	1.03	80.48
Nº4	4.760	0.68	79.79
" 8	2.380	1.41	78.38
" 10	2.000	0.68	77.69
" 16	1.190	0.94	76.76
" 20	0.840	1.13	75.63
" 30	0.590	1.38	74.24
" 40	0.426	3.27	70.97
" 50	0.297	4.85	66.12
" 70	0.212	2.98	63.14
" 100	0.150	1.49	61.65
" 140	0.106	1.28	60.37
" 170	0.089	0.54	59.84
" 200	0.074	0.18	59.66
- 200		59.66	0.00

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



OBSERVACIONES : DESCRIPCION DE LA MUESTRA

SUCS : CL

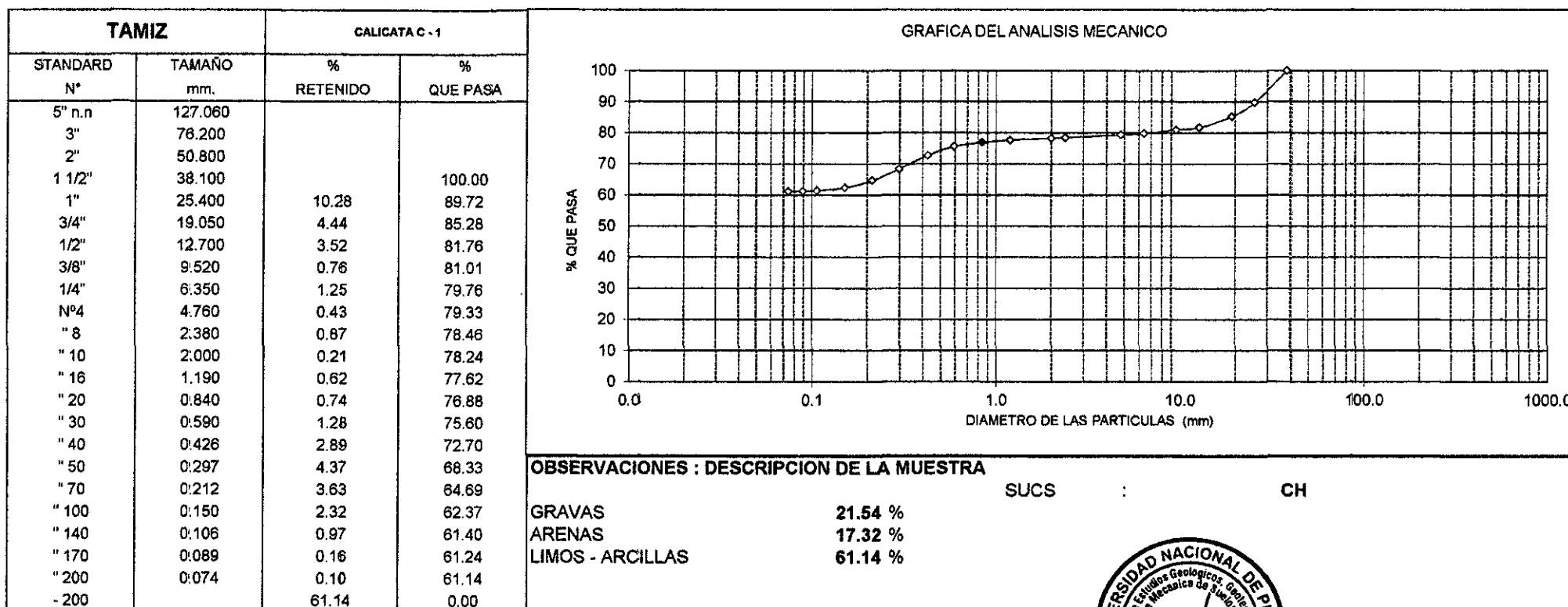
GRAVAS : 21.62 %  
ARENAS : 18.72 %  
LIMOS - ARCILLAS : 59.66 %





## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

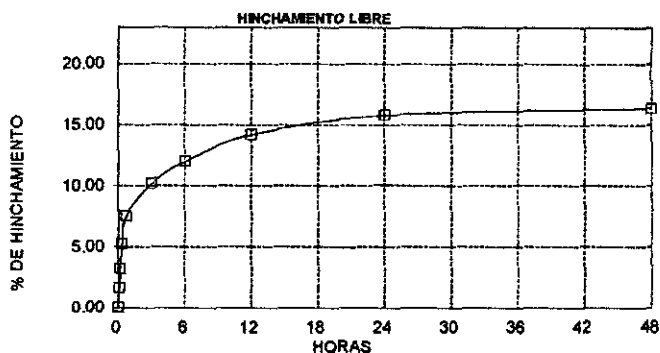
SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
UBICACIÓN : CHIRIGUAS  
MUESTRA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,20m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014



SOLICITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
PROYECTO / OBRA : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON  
UBICACIÓN : COLEGIO EMILIO ESPINOZA  
MUESTRA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,50m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

### HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS

ALTURA INICIAL : 1 cm.		CALICATA C - 1	
MINUTOS	HORAS	INCREMENTO mm	HINCHAMIENTO %
0	0.000	0.000	0.00
2	0.050	0.160	1.60
10	0.167	0.320	3.20
20	0.333	0.520	5.20
40	0.667	0.750	7.50
180	3.000	1.020	10.20
360	6.000	1.200	12.00
720	12.000	1.420	14.20
1440	24.000	1.580	15.80
2880	48.000	1.640	16.40



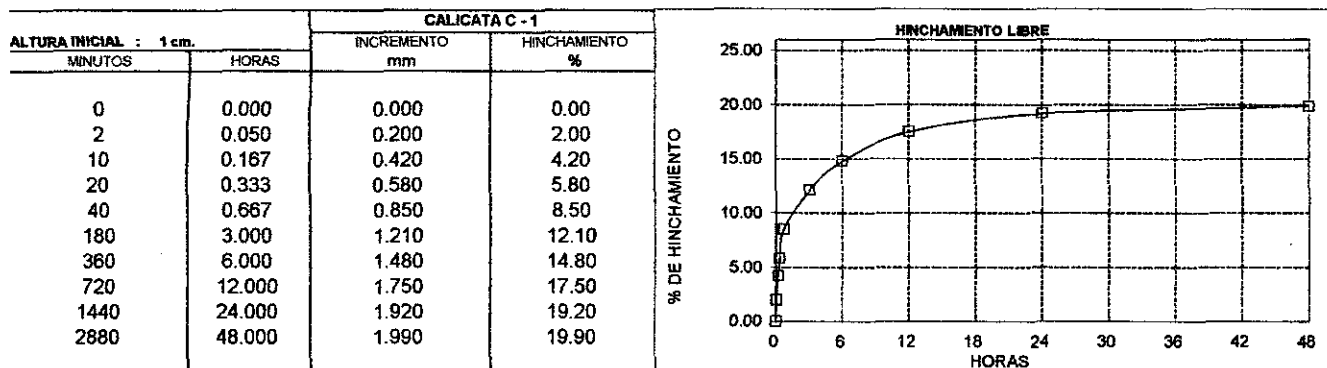
### LIMITE DE CONTRACCION DE SUELOS

MUESTRA	ANILLO N°	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 1	10	134.60	109.33	60.15	51.04	14.78



SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	VILLA DEL AUCA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014
		PROF. 2,00 - 3,50m.

### HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS



### LIMITE DE CONTRACCION DE SUELOS

MUESTRA	ANILLO N°	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 1	75	208.80	175.6	45.80	44.33	18.07



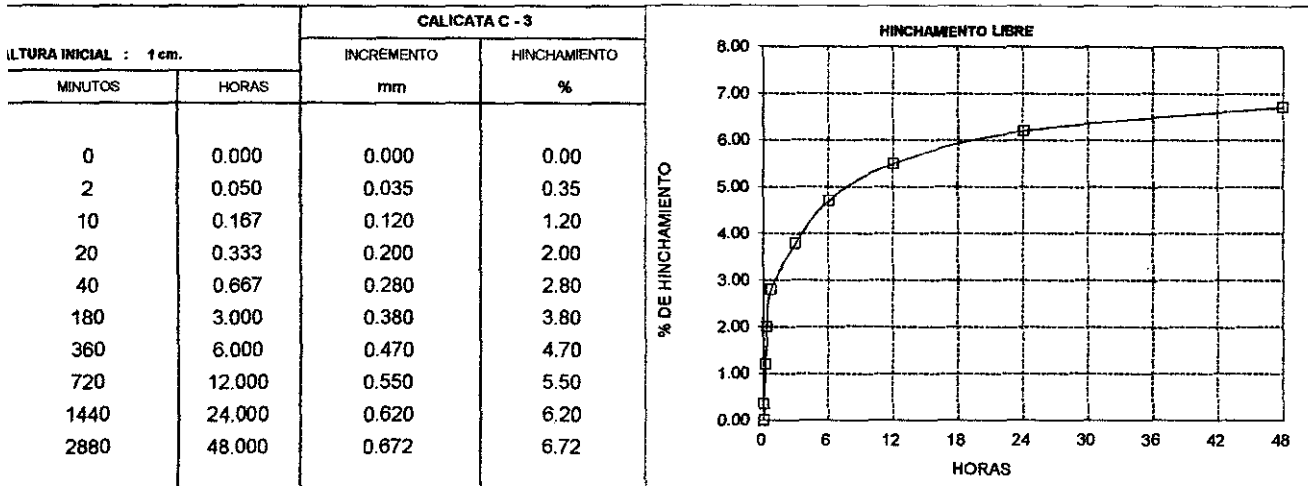
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICOS, GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS.

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 3
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

PROF. 1,20 - 2,00m.

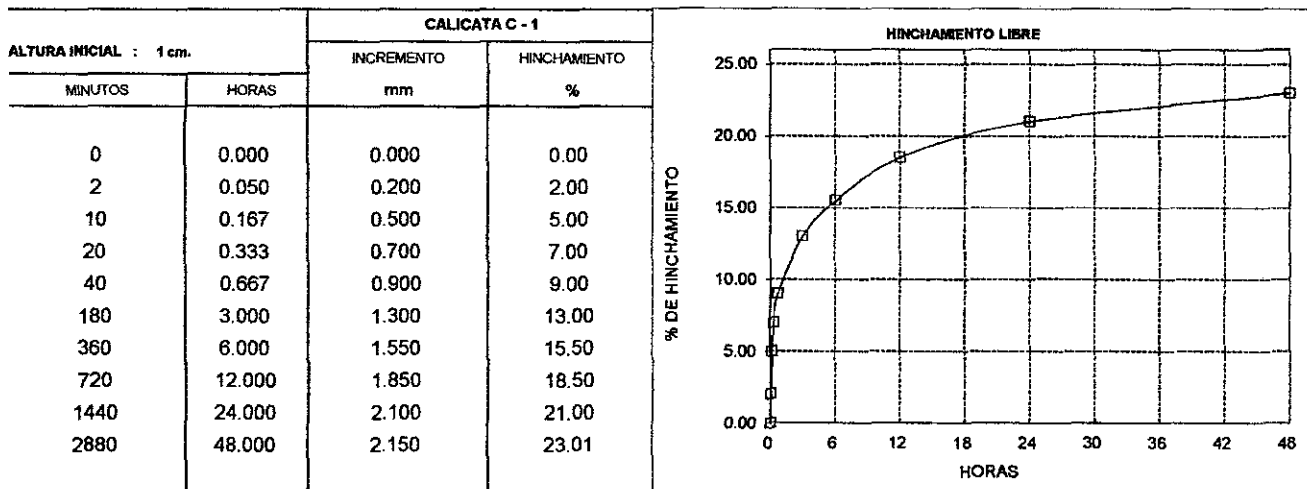
**HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS**

**LIMITE DE CONTRACCION DE SUELOS**

MUESTRA	ANILLO Nº	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 3	5A	305.00	285.7	49.26	45.97	5.60



SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014
		PROF. 0,00 - 1,20m.

### HINCHAMIENTO LIBRE DE SUELOS



### LIMITE DE CONTRACCION DE SUELOS

MUESTRA	ANILLO N°	PESO HUMEDO gr.	PESO SECO gr.	VOLUMEN INICIAL cm3	VOLUMEN FINAL cm3	LIMITE DE CONTRACCION %
CALICATA C - 1	7A	184.00	135.5	49.26	28.95	20.81



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICOS, GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS.

### HUMEDAD NATURAL

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	COLEGIO ESPINOSA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

CALICATA Y MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1		9	242.90	198.20	29.10	44.70	169.10	26.43



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTECNICOS Y DE MECÁNICA DE SUELOS.

**HUMEDAD NATURAL**

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	VILLA DEL AUCA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

CALICATA Y MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1		1	234.80	211.80	29.00	23.00	182.80	12.58



## HUMEDAD NATURAL

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

CALICATA Y MUESTRA	PROF. m.	TARRO N°	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)		VACIO	PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+SUELO HUMEDO	+SUELO SECO		AGUA	SUELO SECO	
C - 1		13	249.00	220.30	28.00	28.70	192.30	14.92
C - 3		100	236.50	216.30	28.70	20.20	187.60	10.77





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

ALUMNA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
 PROYECTO : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
 INSTITUCION : COLEGIO EMILIO ESPINOZA  
 CARRERA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,50m.  
 FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

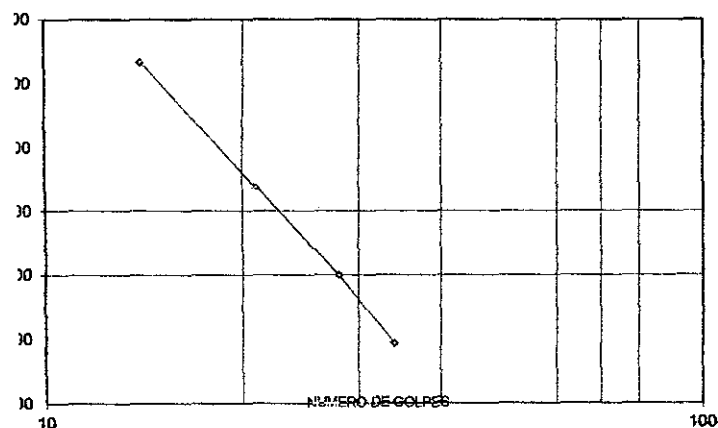
**PRUEBA LIQUIDA**

ASTM 423-66

NÚMERO	CAPSULA	TOTAL PESO	TOTAL PESO	PESO	TARA	MUESTRA	HUMEDAD
GOLPES	NÚMERO	HÚMEDO + (T)	SECO + (T)	AGUA	(T)	PESO SECO	%
14	3B	30.80	24.40	6.40	12.40	12.00	53.33
21	2A	27.20	21.60	5.60	10.70	10.90	51.38
28	1B	28.85	22.80	6.05	10.70	12.10	50.00
34	2B	24.70	20.10	4.60	10.70	9.40	48.94

**PRUEBA PLASTICA**

CAPSULA	TOTAL PESO	TOTAL PESO	PESO	TARA	MUESTRA	CONTENIDO	LÍMITE
NÚMERO	HÚMEDO + (T)	SECO + (T)	AGUA	(T)	PESO SECO	DE AGUA	PLASTICO
210	25.60	22.60	3.00	13.60	9.00	33.33	%
295	25.60	22.70	2.90	13.60	9.10	31.87	32.60



L.L. = 50.55  
 IP = 17.95



## LIMITES DE ATTERBERG

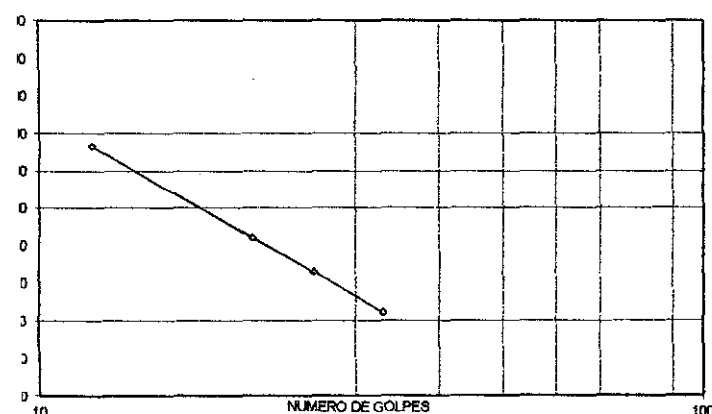
ALUMNO : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
 OBJETIVO : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
 LUGAR : VILLA DEL AUCA  
 CANTON : CALICATA C - 1 PROF. 2,00 - 3,50m.  
 FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

## SUELO LIQUIDO ASTM 423-68

NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
12	3B	30.40	23.20	7.20	12.40	10.80	66.67
21	3A	28.86	21.76	7.10	10.70	11.06	64.20
26	1B	26.54	20.40	6.14	10.70	9.70	63.30
33	2B	24.65	19.30	5.35	10.70	8.60	62.21

## SUELO PLASTICO

NUMERO DE GOLPES	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
210	25.70	22.20	3.50	13.60	8.60	40.70	%
295	25.60	22.00	3.60	13.60	8.40	42.86	41.78



L.L. = 63.50  
 IP = 21.72



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

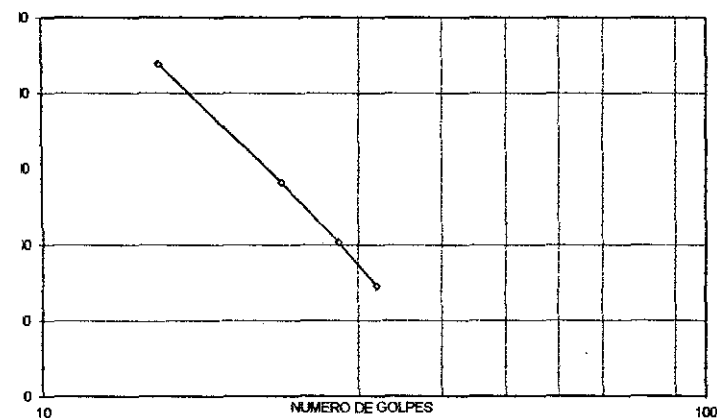
CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

TITULAR : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
 OBJETO : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION  
 LOCALIDAD : CHIRIGUAS  
 TRAZO : CALICATA C - 3 PROF. 1,20 - 2,00m.  
 FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

LÍMITE LÍQUIDO ASTM 423-66							
NÚMERO DE GOLPES	CÁPSULA NÚMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
15	3B	30.40	26.10	4.30	12.40	13.70	31.39
23	3A	29.20	24.85	4.25	10.70	14.25	29.82
28	1B	26.70	23.10	3.60	10.70	12.40	29.03
32	2B	24.83	21.70	3.13	10.70	11.00	28.45

LÍMITE PLÁSTICO							
CÁPSULA NÚMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LÍMITE PLÁSTICO %
210	25.70	23.40	2.30	13.60	9.80	23.47	
295	25.60	23.50	2.10	13.60	9.90	21.21	22.34



L.L. = 29.60  
 IP = 7.26



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

**LIMITES DE ATTERBERG**

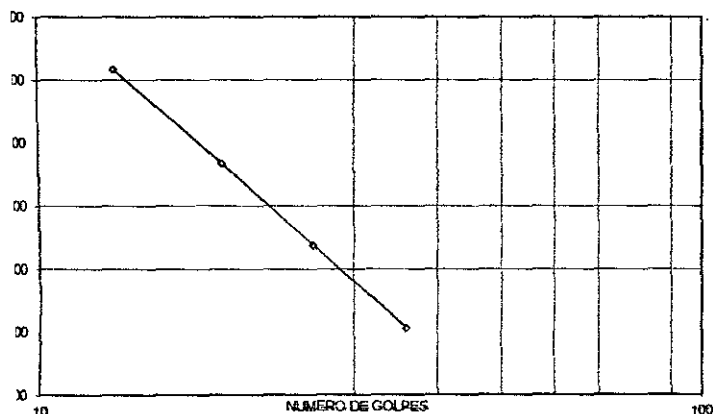
CITA : MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA  
OBJETO : IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE  
ESTABILIZACION  
ACCION : CHIRIGUAS  
ESTRATA : CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,20m.  
FECHA : PIURA, JULIO DEL 2014

**LIMITE LIQUIDO ASTM 423-66**

NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
13	3B	30.40	24.00	6.40	12.40	11.60	55.17
19	3A	28.68	22.40	6.28	10.70	11.70	53.68
26	1B	26.70	21.20	5.50	10.70	10.50	52.38
36	2B	24.90	20.10	4.80	10.70	9.40	51.06

**LIMITE PLASTICO**

CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
210	25.70	23.00	2.70	13.60	9.40	28.72	
295	25.60	22.80	2.80	13.60	9.20	30.43	29.58



L.L. = 52.60

IP = 23.02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

## PESO VOLUMETRICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA	
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION	
UBICACIÓN	:	COLEGIO EMILIO ESPINOZA	
MUESTRA	:	CALICATA C - 1	PROF. 0,00 - 1,50m.
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014	

MUESTRA	PROF. m.	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO VOLUMETRICO Gr/cm <sup>3</sup>
C - 1	0,00 - 1,50	25A	187.0	33.20	88.25	1.74



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

## PESO VOLUMETRICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	VILLA DEL AUCA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	PROF. m.	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO VOLUMETRICO Gr/cm <sup>3</sup>
C - 1	2,00 - 3,50	30B	188.3	33.20	88.25	1.76



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

## PESO VOLUMETRICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 3
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	PROF. m.	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO VOLUMETRICO Gr/cm <sup>3</sup>
C - 3	1,20 - 2,00	35	183.0	33.20	88.25	1.70



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y MECANICA DE SUELOS

## PESO VOLUMETRICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	PROF. m.	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO VOLUMETRICO Gr/cm <sup>3</sup>
C - 1	0,00 - 1,20	1	196.0	33.20	88.25	1.84





### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	COLEGIO EMILIO ESPINOZA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,50m.
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	METODO PROBETA	PESO ESPECIFICO gr/cm <sup>3</sup>
COLEGIO EMILIO ESPINOZA	PESO MUESTRA (gr.)	702.00
	VOLUMEN INICIAL (cc.)	500.00
	VOLUMEN FINAL (cc.)	771.00



### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA	
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION	
UBICACIÓN	:	VILLA DEL AUCA	
MUESTRA	:	CALICATA C - 1	PROF. 2,00 - 3,50m.
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014	

MUESTRA	METODO PROBETA	PESO ESPECIFICO gr/cm <sup>3</sup>
VILLA DEL AUCA	PESO MUESTRA (gr.) 710.00 VOLUMEN INICIAL (cc.) 500.00 VOLUMEN FINAL (cc.) 772.00	2.81



### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 3 PROF. 1,20 - 2,00m.
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	METODO PROBETA	PESO ESPECIFICO gr/cm <sup>3</sup>
CHIRIGUAS	PESO MUESTRA (gr.)	755.00
	VOLUMEN INICIAL (cc.)	500.00
	VOLUMEN FINAL (cc.)	793.00
		2.58



### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINA
PROYECTO / OBRA	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 PROF. 0,00 - 1,20m.
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	METODO PROBETA	PESO ESPECIFICO gr/cm <sup>3</sup>
CHIRIGUAS	PESO MUESTRA (gr.)	742.00
	VOLUMEN INICIAL (cc.)	500.00
	VOLUMEN FINAL (cc.)	783.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO N°: AQ - 133

### ANALISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD

TESIS	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
UBICACIÓN	:	COLEGIO EMILIO ESPINOZA
MUESTRA	:	CALICATA C - 1 (MONOLITO)
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALES SOLUBLES ppm.	CLORUROS ppm.	SULFATOS ppm.	CARBONATOS ppm.
RESERVORIO C - 1	1.50	342	146	107	0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA

CENTRO DE ESTUDIOS GEOLOGICO-GEOTECNICOS Y DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO N°: AQ - 134

### ANALISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD

TESIS	:	IDENTIFICACION DE MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LAS LOCALIDADES DE CANCHAQUE Y SAN MIGUEL DEL FAIQUE CON FINES DE ESTABILIZACION
SOLICITA	:	MONTALBAN SAYAGO LUZ HERLINDA
UBICACIÓN	:	CHIRIGUAS
MUESTRA	:	CALICATA C - 1
FECHA	:	PIURA, JULIO DEL 2014

MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALES SOLUBLES ppm.	CLORUROS ppm.	SULFATOS ppm.	CARBONATOS ppm.
RESERVORIO C - 1	1.50	352	151	112	0



**TESTIMONIO  
FOTOGRAFICO**

## **DESLIZAMIENTO CHIRIGUAS**



**FOTO N°01: Vista de la escarpa de falla, se puede apreciar rocas metamórficas de tipo cuarcita.**



**FOTO N°02: Vista de la escarpa de falla, se pueden apreciar intercalaciones de rocas metamórficas del tipo cuarcitas y esquistos.**





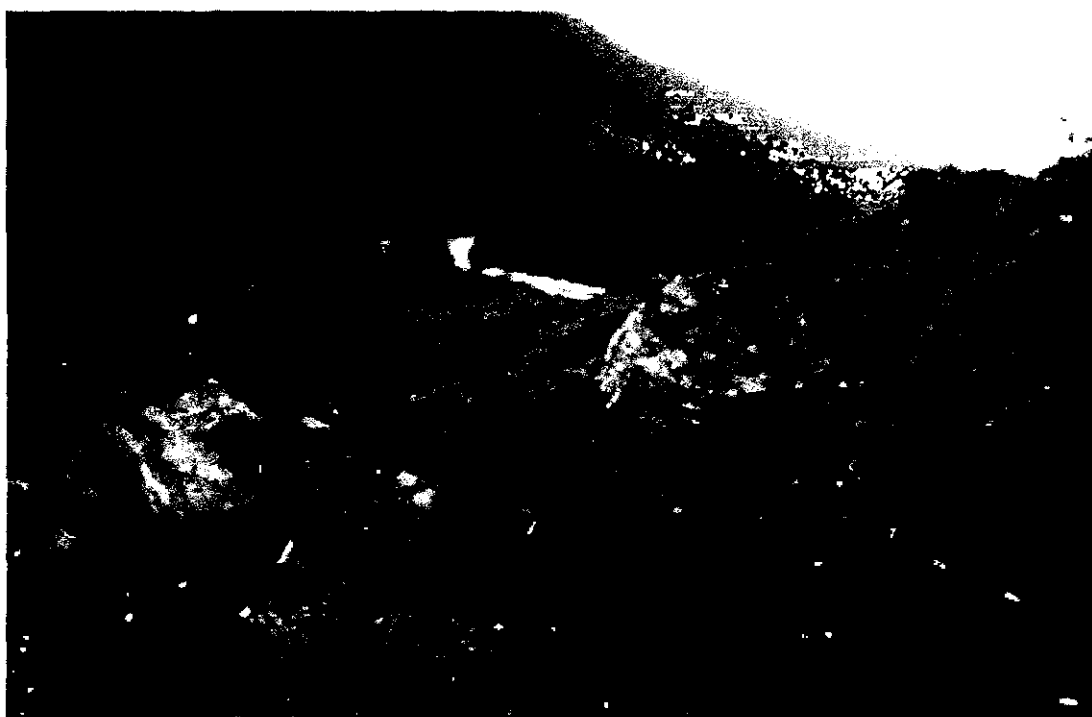
**FOTO N°03:** Vista de la falla normal, se pueden apreciar los bloques levantado (up) y hundido (down).



**FOTO N°04:** Vista de bloques erráticos de rocas metamórficas del tipo cuarcitas.



**FOTO N°05: vista de un block errático, emplazado sobre material areno arcilloso de color pardo rojizo, se puede apreciar desarrollo de la vegetación.**



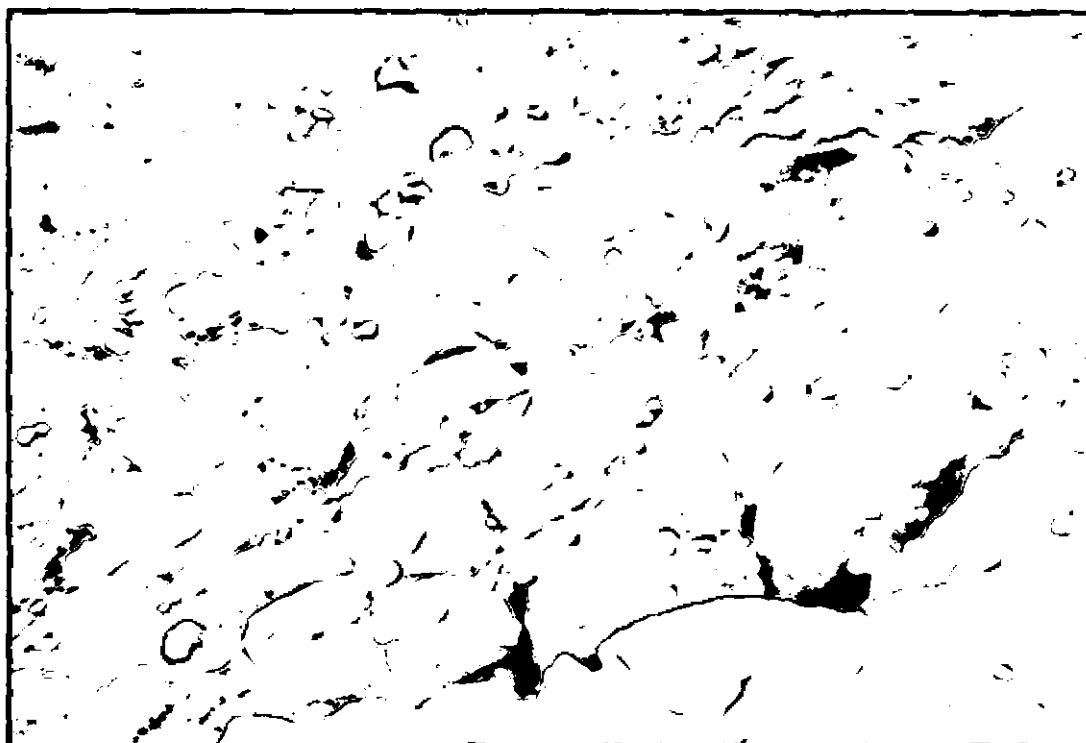
**FOTO N°06: Vista de bloques erráticos que se están deslizando.**



**FOTO N° 07: Vista de calicata n°01 en la parte superior del área estudiada donde se observa material del tipo arcilloso.**



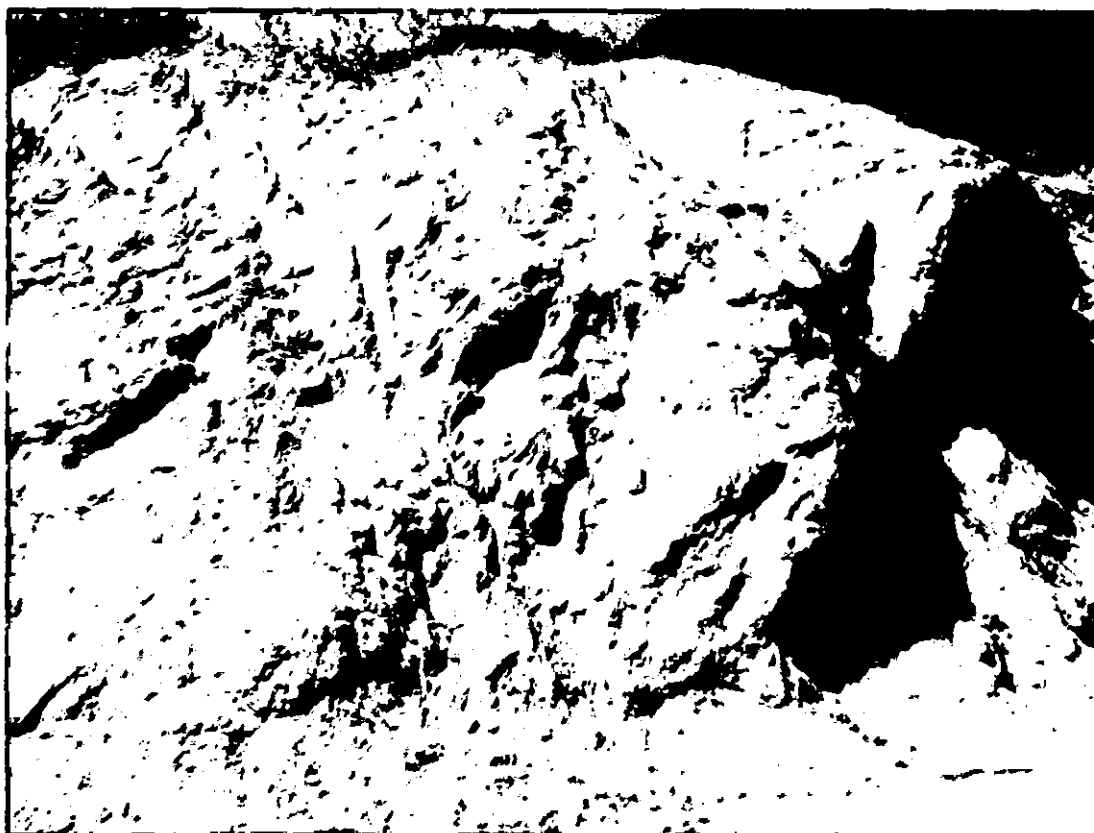
**FOTO N°08: Vista de calicata n°02 mostrando la diferencia de compactación del material entre una profundidad y otra.**



**FOTO N°09: Vista de fracturas transversales debido a la estación en que se encuentra.**



**FOTO N° 10: Vista de calicata n°03, se puede apreciar material disgregado en superficie y a mayor profundidad roca metamórfica meteorizada.**



**FOTO N°11: Vista panorámica de las cangrejas originadas por la presencia de lluvias estacionales, se puede apreciar el material arcilloso de base.**

## **DESLIZAMIENTO COLEGIO EMILIO ESPINOZA**



**Foto N° 01.- Vista de las grietas de tensión de la zona de coronación del deslizamiento Canchaque.**



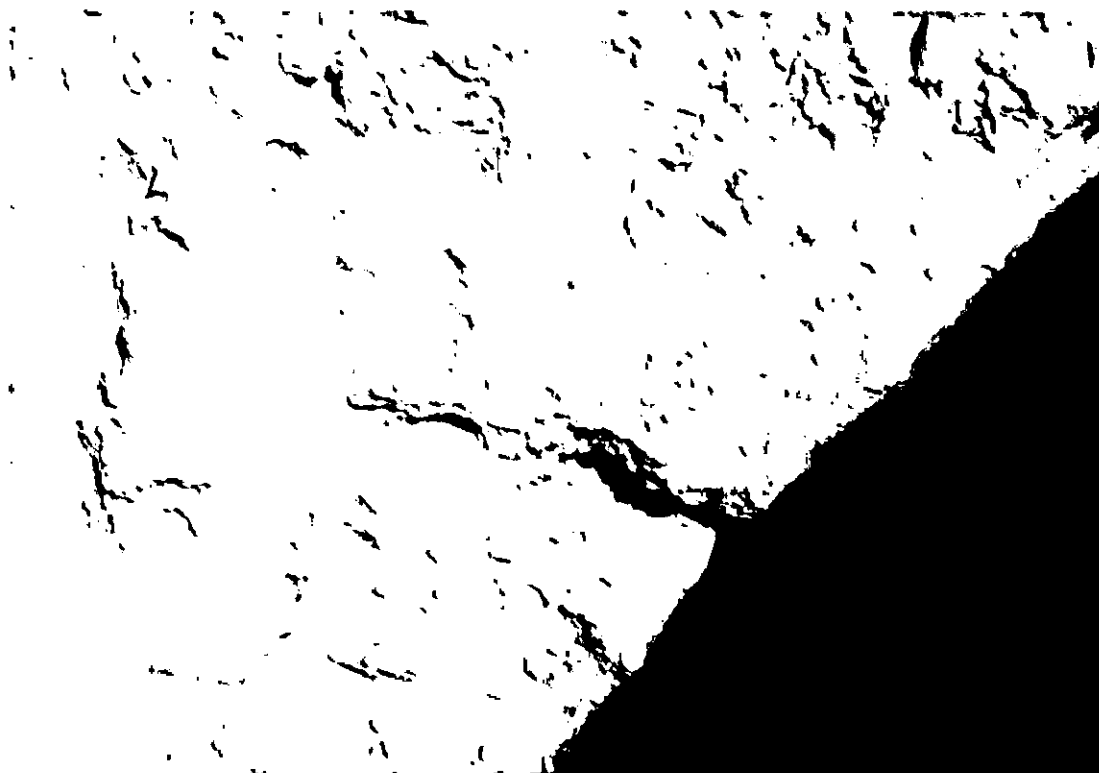
**FOTO N° 02: Vista al detalle de las grietas de tensión de la zona de coronación del deslizamiento.**



**FOTO N° 03: Vista de la calicata N°01, se puede apreciar el material heterogéneo deslizado.**



**FOTO N°04: Vista de la calicata N°02 se puede apreciar el material aluvional antiguo y cobertura areno limosa reciente color marrón.**



**FOTO N° 05: Vista de la roca basamento del deslizamiento, cubierta por los materiales aluvionales.**



**FOTO N°06: Vista de la calicata N° 04 al pie del corte de la carretera de acceso a la zona de estudio, Se puede observar rocas metamórficas intensamente meteorizadas.**

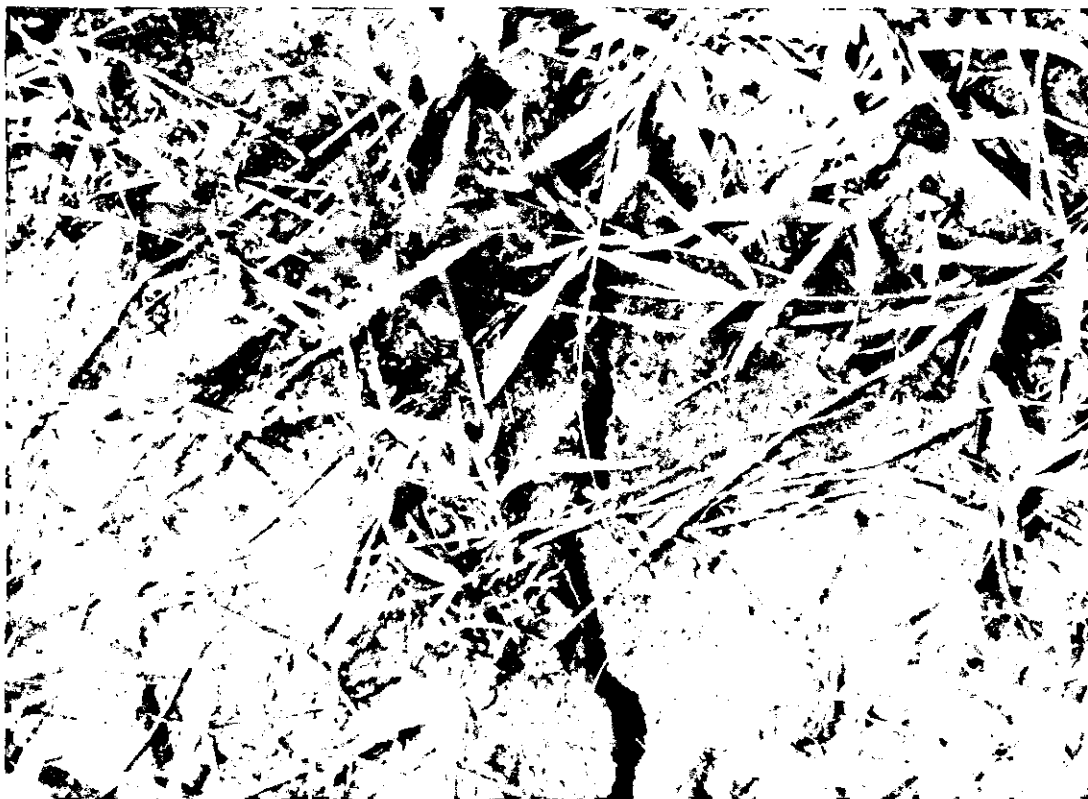




**FOTO N°07.-** Vista panorámica de la edificación sobre el material deslizado, se puede observar al fondo las grietas de tensión y el borde occidental del cuerpo deslizado.



**Foto N°08:** Vista de la grieta en el muro de contención superior, posiblemente originado por empuje del material deslizado.



**FOTO N°09: Vista de la grieta de tensión reciente en el deslizamiento del colegio Emilio Espinoza.**



**FOTO N°10: Vista panorámica actualizada a julio del 2014 de la edificación sobre el material deslizado, se puede observar el deterioro de la edificación por lluvias y desarrollo de vegetación.**

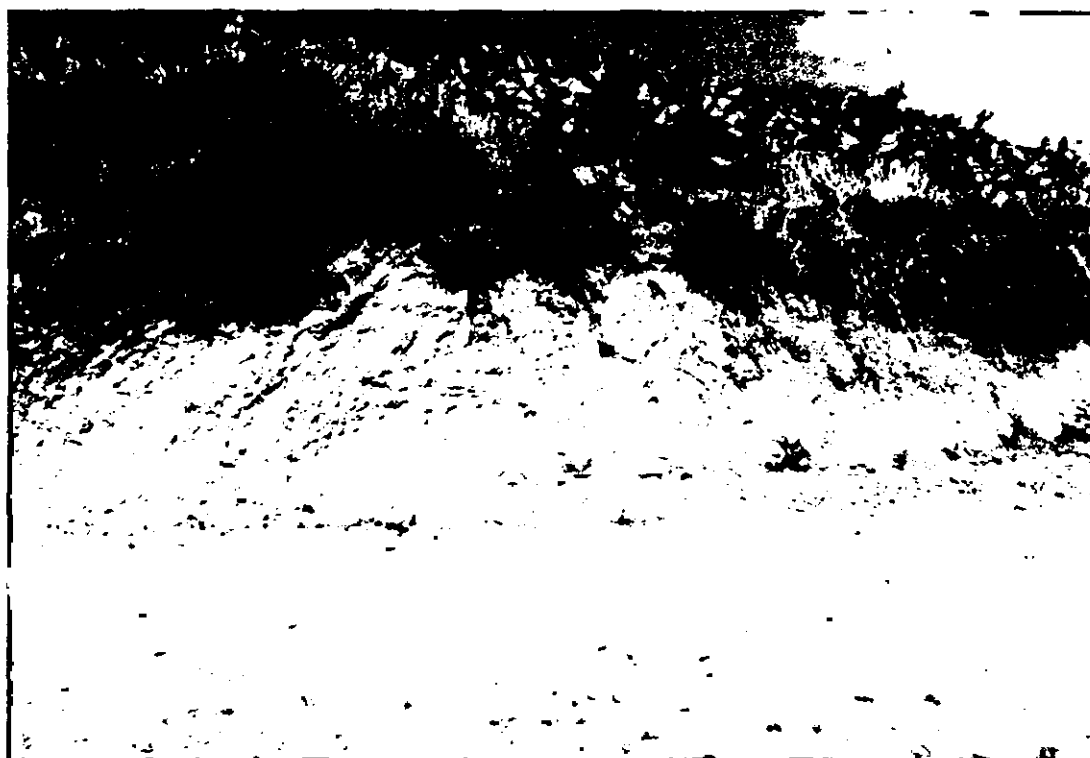


**FOTO N°11: Vista panorámica actualizada a julio del 2014 de la edificación sobre el material deslizado, se puede observar el afloramiento cubierto de vegetación.**

## PALAMBLA



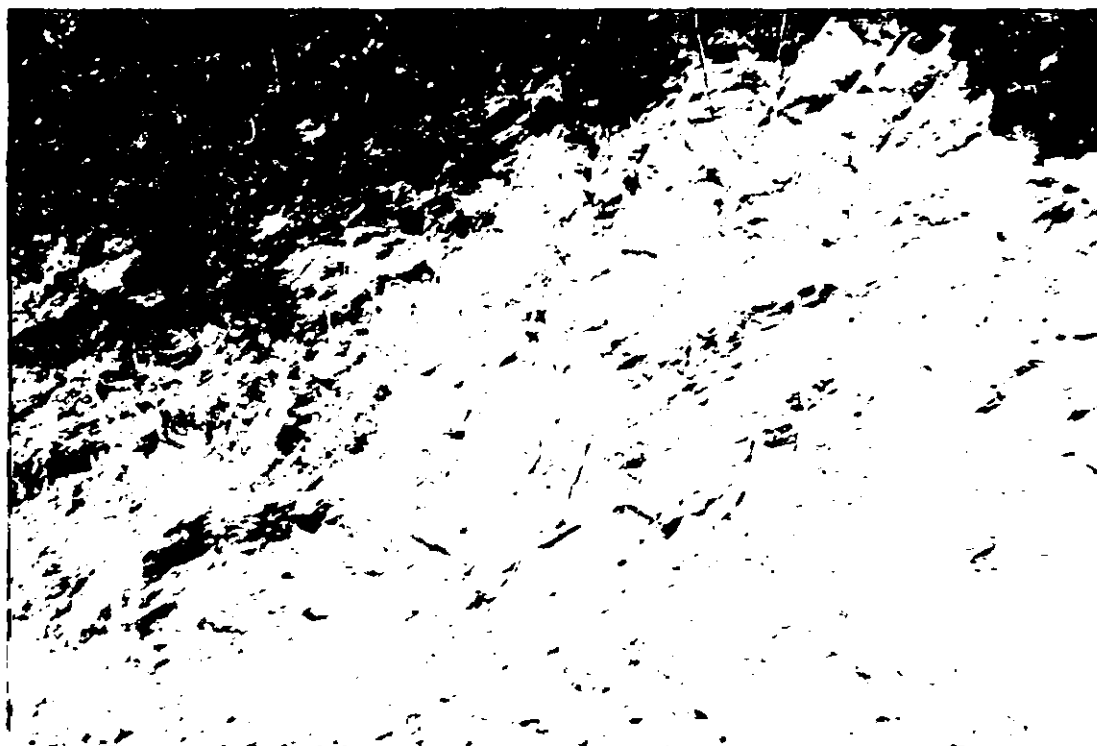
**FOTO N° 01: Vista del centro recreacional villa del Auca.**



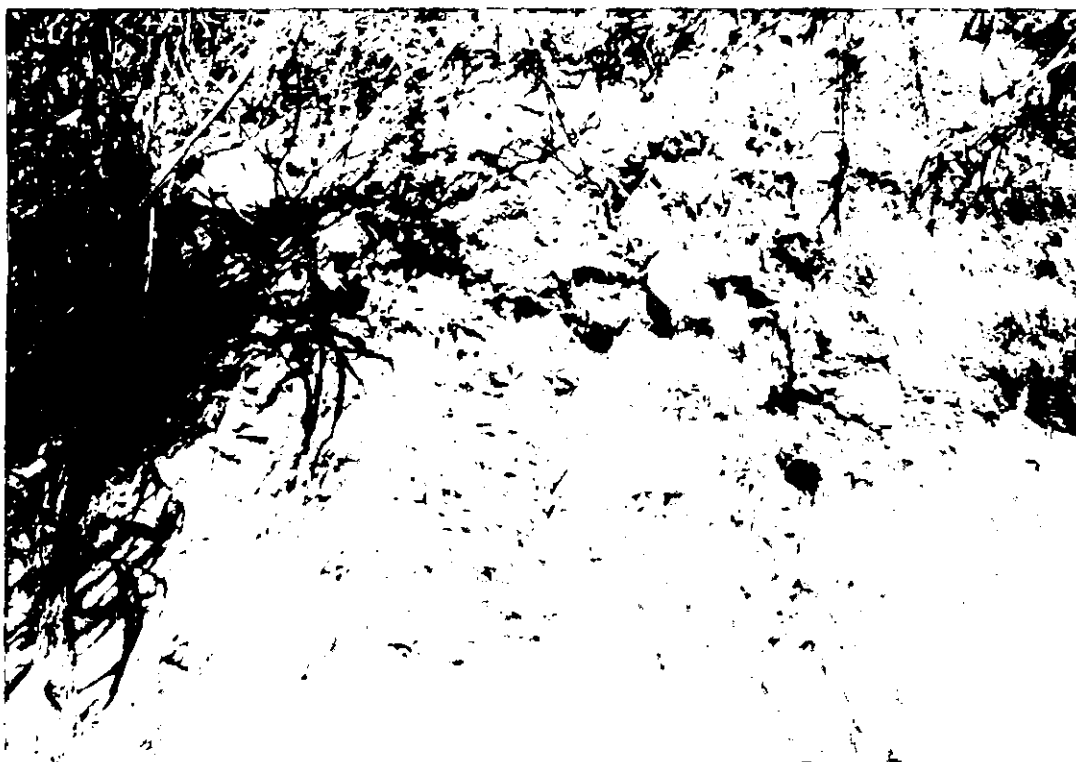
**FOTO N°02: Vista panorámica del afloramiento de rocas metamórficas en el sector de Palambla.**



**FOTO N° 03: Vista de canaleta al pie del talud sobre rocas metamórficas meteorizadas del grupo salas, al fondo el centro recreacional.**



**FOTO N°04: Vista de la roca basamento del sector Palambla, se pueden observar rocas metamórficas del grupo salas del tipo esquistos arcillo- micáceos.**



**FOTO**

**N°05: Vista del afloramiento de rocas metamórficas meteorizadas, se puede apreciar la cobertura arcillosa y en profundidad rocas del tipo filitas.**



**FOTO N°06: Vista panorámica del sector Palambra, se puede observar vegetación arbustiva y herbácea, las mismas que le dan relativa estabilidad a la zona.**



**FOTO N°07: Vista del equipo de Resistencia a la Compresión Simple**



**FOTO N°08: Vista del Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple del Material de Chiriguas**